



MELHORIA NO PROCESSO DE CONFORMAÇÃO DE TUBOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

FILIPE MOREIRA RIBEIRO

julho de 2018

MELHORIA NO PROCESSO DE CONFORMAÇÃO DE TUBOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

Filipe Moreira Ribeiro

2017

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



MELHORIA NO PROCESSO DE CONFORMAÇÃO DE TUBOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

Filipe Moreira Ribeiro
1140053

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do engenheiro João Augusto de Sousa Bastos e coorientação do engenheiro Paulo António da Silva Ávila.

2017

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

JÚRI

Presidente

Doutor Arnaldo Pinto

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Mestre João Augusto de Sousa Bastos

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Doutor Paulo António da Silva Ávila

Professor Coordenador, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutor Samuel Moniz

Investigador Sénior, INESC TEC

Supervisor na Empresa

António Pedrosa

Engenheiro Produção, Sunviauto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Sunviauto, a minha família e aos orientadores da tese de Mestrado.

PALAVRAS CHAVE

Sunviauto, SMED, Melhoria continua, OEE, XFA, JFC

RESUMO

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito da disciplina de dissertação/Projeto/Estágio do Mestrado de Engenharia Mecânica, especialização em gestão industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto, ISEP.

O trabalho realizado resulta da sinergia entre uma instituição de ensino superior, o ISEP, e uma empresa ligada ao sector industrial, a Sunviauto.

A Sunviauto é fabricante de assentos e componentes para auto, para vários sectores de mobilidade, entre os quais o setor automóvel.

O estudo incide na melhoria do processo de fabrico de estampagem e conformação de tubo, composto por duas células de fabrico, denominadas XFA e JFC, localizadas no sector de conformação de tubo, da fábrica Sunviauto Estruturas (SVE). O objetivo do trabalho visava o aumento da capacidade instalada de produção das células de fabrico, recorrendo a ferramentas de análise e de melhoria continua e ao estudo de indicadores de desempenho, como o OEE.

A realização deste trabalho em ambiente industrial demonstra a aplicação de conceitos teóricos (em parte abordados na revisão bibliográfica), a interação com equipas de trabalho multidisciplinares incluindo entidades externas, tais como fornecedores de equipamentos e a importância da observação do decorrer dos trabalhos nas células de fabrico na identificação de oportunidades de melhoria.

KEYWORDS

Sunviauto, SMED, Continuous improvement, OEE, XFA, JFC

ABSTRACT

This study, was developed within thesis/ Project/ Internship of the Master degree of Mechanical Engineering – Industrial Management occurred on the Polytechnic of Porto, School of engineering, ISEP.

The developed work had resulted from the synergy between ISEP and local industrial company, Sunviauto.

Sunviauto, produce seats and automotive parts for several mobility sectors, one of them the automotive sector.

The case study focuses one manufacturing process of stamping and tube forming, that occurs in two manufacturing cells, XFA and JFC, that are located on tube forming area in Sunviauto Structures (SVE) facilities. The aim of this study is the production capacity improvement of manufacturing cells, XFA and JFC, through analysis and continuous improvements tools and some performance indicators, as OEE.

The accomplishment of this work, in industrial environment, shows the theoretic concepts application (some of them approached in the literature review), the interaction with multidisciplinary work teams and external entities (as equipment suppliers), and the importance of monitoring the manufacturing process in order to achieve improvements.

ACRÓNIMOS

CNC	<i>Computer Numerical Control</i>
CR	<i>Capacidade Real</i>
CT	<i>Capacidade trabalho</i>
CU	<i>Capacidade útil</i>
D	<i>Disponibilidade</i>
DT	<i>Dias de trabalho</i>
HT	<i>Horas de trabalho</i>
HTU	<i>Horas de trabalho úteis</i>
JIT	<i>Just in time</i>
KAM	<i>Key Account Manager</i>
MHA	<i>Máquina Ihardun Automática</i>
MHM	<i>Máquina Ihardun Manual</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
P	<i>Produtividade</i>
PC	<i>Peças conformes</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PNC	<i>Peças não conformes</i>
PNP	<i>Paragens não planeadas</i>
PP	<i>Paragens planeadas</i>
PROC	<i>Processo</i>
PROD	<i>Produção</i>
Q	<i>Qualidade</i>
QTP	<i>Quantidade total de peças</i>
REF	<i>Referência</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SVB	<i>Sunviauto Bancos</i>
SVE	<i>Sunviauto Estruturas</i>
TD	<i>Tempo disponível</i>
TP	<i>Tempo Produção</i>
TPM	<i>Total productive maintenance</i>
TPP	<i>Tempo Produção Planeada</i>
TS	<i>Tempo setup</i>
5's	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 METODOLOGIA DO PROJETO.....	30
FIGURA 2 SUNVIAUTO	35
FIGURA 3 IMAGEM SATÉLITE SUNVIAUTO.....	35
FIGURA 4 LOCALIZAÇÃO DA SUNVIAUTO NO MUNDO.....	36
FIGURA 5 ORGANIGRAMA ORGANIZACIONAL DA SUNVIAUTO	36
FIGURA 6 URBANO-PINO (ESQUERDA); INTERURBANO GT-HELENN (CENTRO); INTERURBANO CONTURO (DIREITA)	37
FIGURA 7 TUBO CONFORMADO PROJETO JFC (ESQUERDA) E ESTRUTURA PARA ALMOFADA CENTAUROS (DIREITA).....	37
FIGURA 8 PROTEÇÃO SEMIEIXO DE DIREÇÃO, PROJETO W62.....	37
FIGURA 9 ASSENTO AUTOMÓVEL: VEICULOS UTILITÁRIOS (ESQUERDA), BANCO S11.1 (CENTRO) E BANCO STANDARD PARA PEQUENOS VEÍCULOS (DIREITA)	38
FIGURA 10 BANCO MILITAR TRIPULAÇÃO (ESQUERDA), BANCO MILITAR CONDUTOR (CENTRO) E BANCO GRUAU AMBULÂNCIA (DIREITA)	38
FIGURA 11 BANCO FERROVIÁRIO CONNECT (ESQUERDA) E LIRA (DIREITA)	38
FIGURA 12 FLUXO GENÉRICO PROCESSO, SUNVIAUTO (FONTE:MANUAL QUALIDADE SUNVIAUTO).....	39
FIGURA 13 LINHA CORTE AUTOMÁTICA TUBO ADIGE SALA TT640.....	39
FIGURA 14LINHA CORTE AUTOMÁTICA TUBO SEGURA LUNELL NS6834.....	39
FIGURA 15 MÁQUINA DE CORTE LASER TRUMPF TRULASER 3030	40
FIGURA 16 MÁQUINA CRIPPA CA532SIE810D CA532, COM ROBÔ DE MANIPULAÇÃO ABB	40
FIGURA 17 PRENSA HIDRÁULICA 160T ADIRA PHDM-160-1000 075-4452	40
FIGURA 18 BALANCÉ 150T MECÂNICA EXATA CPE-150 3118	40
FIGURA 19 BALANCÉ 250T DIRINLER CD-PC2500HK.....	41
FIGURA 20 QUINADORA HIDRÁULICA DNC ADIRA QHD-15040CB	41
FIGURA 21 BALANCÉ 30T MECÂNICA EXATA CP-30.....	41
FIGURA 22 MÁQUINA DE FURAÇÃO E CORTE DE TUBO	41
FIGURA 23 PRENSA DE SOLDADURA "MOTOFIL MPP 110T"	41
FIGURA 24 POSTO DE SOLDADURA MANUAL	41
FIGURA 25 ROBÔ SOLDADURA TUBOS TRW ABB IRB1600-IRC5-M24004	42
FIGURA 26 ENTRADA DA LINHA DE PINTURA CATAFORESE.....	42
FIGURA 27 SAÍDA DA LINHA DE PINTURA CATAFORESE	42
FIGURA 28 CÉLULA HAB01, MÁQUINA DOBRAR TUBO BLM VGP (ESQUERDA), GABARITOS SOLDADURA (CENTRO), MÁQUINA DE CORTE E REBARBAGEM DE TUBO FLUIDOTRÓNICA (DIREITA)	43
FIGURA 29 CÉLULA XFA.....	43
FIGURA 30 CÉLULA JFC.....	43
FIGURA 31 MÁQUINA INJEÇÃO ESPUMA ELASTOGRAN PU30P	44
FIGURA 32 MÁQUINA INJEÇÃO ESPUMA CANNON ACMPT40FC	44
FIGURA 33 MÁQUINA DE CORTE GERBER S-91 1308.....	44
FIGURA 34 MÁQUINA DE BORDAR BARUDAN	44

FIGURA 35 POSTOS DE COSTURA	44
FIGURA 36 PINTURA SVB	45
FIGURA 37 LINHA DE MONTAGEM IRIZAR	45
FIGURA 38 “5 PRINCÍPIOS DO LEAN”	49
FIGURA 39 CASA DO LEAN (WILSON, 2009)	50
FIGURA 40 CICLO PDCA.....	52
FIGURA 41 CICLO PDCA/SDCA (SOKOVIC, PAVLETIC, & PIPAN, 2010)	53
FIGURA 42 SHIGEO, METODOLOGIA SMED(SUGAI, MCINTOSH, & NOVASKI, 2007).....	55
FIGURA 43 NÍVEL DE REFERÊNCIA DE OEE (FONTE: HTTPS://BLOG.MATTHEWS.COM.AU/)	58
FIGURA 44 SIMBOLOGIA DA ANÁLISE DE ATIVIDADES DE UM PROCESSO FONTE:(ÁVILA, 2010)	58
FIGURA 45 DIAGRAMA DE ANÁLISE DAS ATIVIDADES NA MONTAGEM DE UMA BOMBA DE ÁGUA FONTE: (DUSHYANTH KUMAR KR, 2015)	59
FIGURA 46 DIAGRAMA DE ISHIKAWA FONTE:(PINTO, 2008)	60
FIGURA 47 FLUXO GENÉRICO DE PROCESSO PARA PEÇAS EMBALADAS NAS CÉLULAS XFA OU JFC.....	65
FIGURA 48 DIAGRAMA FLUXO GENÉRICO PROCESSO CONJUNTOS SOLDADOS, PROCESSADAS NAS CÉLULAS XFA OU JFC	66
FIGURA 49 DIAGRAMA DE FLUXO NAS CÉLULAS XFA E JFC.....	67
FIGURA 50 MÁQUINA DE RISCAR TUBO	68
FIGURA 51 ALIMENTADOR DE TUBO MÁQUINA CRIPPA CA 516.....	68
FIGURA 52 MÁQUINA CNC CRIPPA CA 516	68
FIGURA 53 TAPETES TRANSPORTADORES DE PEÇAS	69
FIGURA 54 MÁQUINA MHM	69
FIGURA 55 REFERÊNCIA 1311554, À ESQUERDA CALIBRE “PASSA” E À DIREITA CALIBRE “NÃO PASSA” (GC E3.14995.01)	70
FIGURA 56 SEMI-PÓRTICO KONECRANES	70
FIGURA 57 CONTENTOR PARA EMBALAMENTO DE PEÇAS.....	71
FIGURA 58 CARRO INTERNO DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE PEÇAS.....	71
FIGURA 59 PORTA PALETES.....	71
FIGURA 60 MÁQUINA IHARDUN AUTOMÁTICA	72
FIGURA 61 GABARITO DE CONTROLO DA REFERÊNCIA1645360 (GC 012-2015).....	73
FIGURA 62 EMBALAGEM PARA EXPEDIÇÃO DE TUBO PRODUZIDO	73
FIGURA 63 CARRO DE TRANSPORTE INTERNO	73
FIGURA 64 EFICIÊNCIA CÉLULA XFA MÊS DE ABRIL	74
FIGURA 65 EFICIÊNCIA DA CÉLULA JFC, JANEIRO A ABRIL DE 2017	75
FIGURA 66 PREVISÃO DA CAPACIDADE DA CÉLULA JFC PARA 2017	76
FIGURA 68 PREVISÃO DA CAPACIDADE DA CÉLULA XFA PARA 2017	76
FIGURA 69 PEÇAS PRODUZIDAS JFC ENTRE A SEMANA 3 E 23.....	78
FIGURA 70 PEÇAS PRODUZIDAS XFA ENTRE A SEMANA 3 E 21.....	78
FIGURA 71 ATRASOS DE PEÇAS XFA (ESQUERDA) E JFC (DIREITA)	78
FIGURA 72 REGISTO DE AVARIAS NAS CÉLULAS XFA E JFC (MANUTENÇÃO SUNVIAUTO).....	81
FIGURA 73 PARAGEM DA CÉLULA JFC POR AVARIA, ENTRE JANEIRO E ABRIL	81
FIGURA 74 PARAGEM DA CÉLULA XFA POR AVARIA, ENTRE JANEIRO E ABRIL	82
FIGURA 75 DIAGRAMA ISHIKAWA: MELHORIA DE EFICÁCIA DAS CÉLULAS XFA E JFC.....	83

FIGURA 76 VISÃO PARA A MELHORIA DO PROCESSO.....	84
FIGURA 77 ETIQUETAS PARA MANGUEIRAS DE FERRAMENTAS HIDRÁULICAS	86
FIGURA 78 DISPOSIÇÃO TOMADAS HIDRÁULICAS COM MANGUEIRAS SEM IDENTIFICAÇÃO	86
FIGURA 79 DERRAME DE ÓLEO MHM	87
FIGURA 80 ENGATE RÁPIDO HIDRÁULICO: Á ESQUERDA ENGATE NORMAL, Á DIREITA ENGATE DE FACE PLANA.....	87
FIGURA 81 FERRAMENTA DE CONFORMAÇÃO 7000000882 DA PEÇA 1311473.....	88
FIGURA 82 FERRAMENTA PARA ROTAÇÃO DOS RODÍZIOS DOS CARROS DE FERRAMENTAS	89
FIGURA 83 PONTE ROLANTE KONECRANES 5T.....	89
FIGURA 84 TUBO PNEUMÁTICO COM DESGASTE(ESQUERDA), PINÇA PARTIDA (DIREITA)	90
FIGURA 85 PINÇA ESQUERDA COM FALTA DE MORDENTES E TUBOS DE AR COMPRIMIDO	90
FIGURA 86 ACOPLAMENTOS SMC S KKA DE AR COMPRIMIDO	91
FIGURA 87 UNIDADE HIDRÁULICA DA MHA.....	92
FIGURA 88 ESQUEMA PARA MELHORIA DO GRUPO HIDRÁULICO, APROVADO PELA IHARDUN	92
FIGURA 89 PROPOSTA MELHORIA PARA NOVO POSTO DE TRABALHO NA MÁQUINA IHARDUN015	93
FIGURA 90 PROPOSTA SMED PARA CÉLULA XFA.....	94
FIGURA 91 CAPACIDADE DA CÉLULA JFC APÓS MELHORIA	94
FIGURA 92 CAPACIDADE DA CÉLULA XFA APÓS MELHORIA	95
FIGURA 93 IDENTIFICAÇÃO DAS MANGUEIRAS DE FERRAMENTAS.....	96
FIGURA 94 SUPORTE COM ETIQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO MHA	96
FIGURA 95 SUPORTE ETIQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO MHA.....	96
FIGURA 96 MODIFICAÇÃO DA FERRAMENTA 7000000882 E DO CARRO DE TRANSPORTE	96
FIGURA 97 PINÇAS E MORDENTES NOVOS PARA SISTEMA TRANSFERE MHA	97
FIGURA 98 KIT PARA ALTERAÇÃO DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO MHA	97
FIGURA 99 PONTE ROLANTE DE 5 TONELADAS CÉLULA XFA	97
FIGURA 100 ADAPTADOR PNEUMÁTICO PARA FERRAMENTAS DA REFERÊNCIA 1311473 NA MHA	98
FIGURA 101 FERRAMENTA 7000000881 MONTADA NA MHA.....	98
FIGURA 102 FERRAMENTA 7000000882 MONTADA NA MHA.....	98
FIGURA 103 FERRAMENTAS 7000000878 (ESQUERDA), 7000000879 (CENTRO) E 7000000880 (DIREITA)	109
FIGURA 104 7000000878 (ESQUERDA), 7000000997 (CENTRO) E 7000000998 (DIREITA).....	109
FIGURA 105 FERRAMENTAS 7000000881 (ESQUERDA E CENTRO) E 7000000882 (DIREITA)	110
FIGURA 106 FERRAMENTA 7000000978(DIREITA)	110
FIGURA 107 FERRAMENTA 7000000976 (1º POSTO), SUPORTE TUBO DOBRADO (2º POSTO) E 7000000977(3ºPOSTO).....	110
FIGURA 108 FERRAMENTAS 7000001024 (1ºPOSTO), SUPORTE PEÇA (2º POSTO), 7000001025 (3º POSTO) E 7000001026 (4º POSTO).....	111
FIGURA 109 FERRAMENTA 7000000995 (1º POSTO), SUPORTES TUBO (2º E 3º POSTO).....	111
FIGURA 110 FERRAMENTA 7000000994 (1º POSTO), SUPORTES TUBO (2º E 3º POSTO).....	112
FIGURA 111 FERRAMENTA 7000001001 (1º POSTO), SUPORTE TUBO DOBRADO (2º POSTO) E 7000001002 (3ºPOSTO).....	112

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 LISTA DE PEÇAS PRODUZIDAS NAS CÉLULAS DE FABRICO XFA E JFC.....	64
TABELA 2 LEGENDA DO DIAGRAMA DE FLUXO DA FIGURA 49	67
TABELA 3 VALORES CONSIDERADOS PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE DAS CÉLULAS XFA E JFC	77
TABELA 4 DIFERENÇA ENTRE VALORES REFERÊNCIA E VALORES MEDIDOS DE CADÊNCIA E TEMPO DE SETUP	79
TABELA 5 DIAGRAMA DE ANÁLISE SETUP REFERÊNCIA 1311554.....	114
TABELA 6 DIAGRAMA DE ANÁLISE SETUP REFERÊNCIA 1645276.....	115
TABELA 7 DIAGRAMA DE ANÁLISE SETUP REFERÊNCIA 1645248.....	116
TABELA 8 DIAGRAMA DE ANÁLISE SETUP REFERÊNCIA 1311473.....	117
TABELA 9 DIAGRAMA DE ANÁLISE REFERÊNCIA 1645247	118
TABELA 10 DIAGRAMA DE ANÁLISE REFERÊNCIA 1645272.....	119
TABELA 11 DIAGRAMA DE ANÁLISE REFERÊNCIA 1645360.....	120
TABELA 12DIAGRAMA DE ANÁLISE REFERÊNCIA 1645369	121
TABELA 13 TEMPOS DE SETUP MEDIDOS (MINUTOS)	122
TABELA 14 CADÊNCIA DE PRODUÇÃO MEDIDA NAS CÉLULAS XFA E JFC (PEÇA/HORA)	122
TABELA 15 REGISTO DE AVARIAS MANUTENÇÃO SUNVIAUTO PARA A CÉLULA JFC	123
TABELA 16REGISTO DE AVARIAS MANUTENÇÃO SUNVIAUTO PARA A CÉLULA XFA	123
TABELA 17 PLANO DE AÇÕES PROJETOS JFC E XFA	124

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO [1]: TEMPO DE PRODUÇÃO	56
EQUAÇÃO [2]: TEMPO DE PRODUÇÃO PLANEADA.....	57
EQUAÇÃO [3]: DISPONIBILIDADE	57
EQUAÇÃO [4] : PRODUTIVIDADE.....	57
EQUAÇÃO [5]: QUANTIDADE DE PEÇAS CONFORMES.....	57
EQUAÇÃO [6]: QUALIDADE	57
EQUAÇÃO [7] OEE	57
EQUAÇÃO [8]: CAPACIDADE TOTAL PROCESSO	77
EQUAÇÃO [9]: CAPACIDADE ÚTIL DO PROCESSO	77

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	29
1.1	Objetivo	30
1.2	Metodologia	30
1.3	Estrutura da dissertação	31
2	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E DO PROCESSO	35
2.1	A Empresa	35
2.1.1	Localização	35
2.2	Estrutura organizacional da Sunviauto.....	36
2.3	Produtos fabricados na Sunviauto	37
2.4	Descrição dos processos produtivos na SVB e SVE	39
2.4.1	Processo SVE	39
2.4.2	Processo SVB	43
3	ENQUADRAMENTO TEÓRICO	49
3.1	Lean Manufacturing.....	49
3.1.1	“Muda”	51
3.2	“Plan-Do-Check-Act”	52
3.3	5S	53
3.4	Single Minute Exchange of Die - SMED	55
3.5	Overall equipment efficiency “OEE”	56
3.6	Gráfico de Análise do Processo	58
3.7	Diagrama de Ishikawa.....	59
4	CASO DE ESTUDO	63
4.1	Descrição dos componentes produzidos nos projetos XFA, JFC e PL65	63

4.1.1	Fluxo de fabrico genérico das peças em estudo	65
4.2	Layout e fluxo células de fabrico XFA e JFC	66
4.3	Células de Fabrico	68
4.3.1	Célula JFC	68
4.3.2	Célula XFA	72
4.4	Análise do processo	74
4.4.1	OEE das Células JFC e XFA	74
4.4.2	Análise da Capacidade de produção	76
4.4.3	Análise do controlo da produção	79
4.4.4	Análise de Indicadores de Manutenção	80
4.4.5	Task-force XFA&JFC	82
4.5	Visão	84
4.6	Projeto de Melhoria	85
4.7	Implementação do Projeto de Melhoria	95
5	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	101
5.1	CONCLUSÕES	101
5.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTURO	102
	BIBLIOGRAFIA	105
	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	105
	ANEXOS	109
	ANEXO A – FERRAMENTAS DE CONFORMAÇÃO DE TUBO DAS CÉLULAS XFA E JFC	109
	ANEXO B – Diagramas de processo	113
	ANEXO C – DADOS DE CONTROLO DE PRODUÇÃO	122
	ANEXO D – REGISTO DE AVARIAS	123
	ANEXO E - PDCA	124

INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo

1.2 Metodologia

1.3 Estrutura da dissertação

2.1 A Empresa

2.1.1 Localização

2.2 Estrutura organizacional da Sunviauto

2.3 Produtos fabricados na Sunviauto

2.4 Descrição dos processos produtivos na SVB e SVE

2.4.1 Processo SVE

2.4.2 Processo SVB

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho foi realizado no âmbito da disciplina de Projeto/ Dissertação /Estágio do Mestrado de Engenharia Mecânica, especialização em gestão industrial na empresa Sunviauto, fabricante de assentos e componentes automóvel.

A angariação de novos projetos é um dos principais objetivos das empresas que estão no mercado à procura de crescimento e reconhecimento na qualidade dos seus produtos. A Sunviauto iniciou em 2015 um conjunto de projetos para produção de componentes automóvel para um dos seus principais clientes, líder mundial de fabrico de componentes automóvel. Estes novos projetos foram apelidados pela Sunviauto, como JFC, XFA e PL65, o último apenas angariado em 2016.

O processo produtivo dos projetos XFA e JFC foi desenvolvido pelo departamento de industrialização de produto da Sunviauto, começando a produzir os primeiros componentes em finais de 2015.

Para o fabrico destes dos componentes, foram desenvolvidas duas células de fabrico, denominadas por XFA e JFC. As peças produzidas nestas células são obtidas através da conformação de tubo (pré-cortado) por ferramentas hidráulicas especiais, que são comandadas através de sequências programadas. Em 2016, o projeto PL65 foi incorporado na célula de fabrico do XFA.

As previsões de encomendas para o ano de 2017 cresceram em comparação com o ano de 2016. No final do ano de 2016 a quantidade de peças produzidas eram aproximadamente 6500 unidades por semana, devido ao projeto XFA ainda estar numa fase de arranque.

Com as quantidades previstas para 2017, 20.000 unidades por semana, perspectivava-se um prolongamento de turnos e dias de trabalho, para evitar atrasos na entrega de peças ao cliente. Por este motivo houve a necessidade de realizar uma revisão e análise da capacidade de produção instalada das células de fabrico, e dos vários problemas que afetam a disponibilidade e produtividade das mesmas.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é melhorar a capacidade de produção nas células de fabrico XFA e JFC, através do estudo e da análise dos processos de fabrico que decorrem nas células, podendo-se depois identificar quais as causas que interferem com a eficiência dos processos.

Após a identificação das causas que interferem com a eficiência dos processos pretende-se propor medidas necessárias para melhorar a eficiência das células de fabrico.

1.2 Metodologia

A primeira abordagem deste trabalho é a realização de uma análise do processo, verificando-se os indicadores do estado do processo atual (quantidades produzidas semanalmente, capacidade das máquinas, tempos de ciclo, paragens dos equipamentos e restrições inerentes ao processo de fabrico), acompanhar o dia-a-dia da produção identificando os seus problemas e dificuldades no processo produtivo.

Numa segunda fase, vai-se comparar o histórico de pedidos de componentes e a previsão dos pedidos enviada pelo cliente para o ano de 2017. Com base na informação recolhida, vai-se analisar se as máquinas têm capacidade para responder aos pedidos do cliente identificando-se as eventuais oportunidades de melhoria.

A terceira fase vai incidir na definição das melhorias com base nos problemas detetados durante a análise do processo.

Na quarta fase, após a definição e validação das ideias de melhoria realiza-se o planeamento e implementação as ações de melhoria.

Na última fase, faz-se uma avaliação dos resultados obtidos com a implementação das ações de melhoria e verifica-se se existem oportunidades de melhoria.

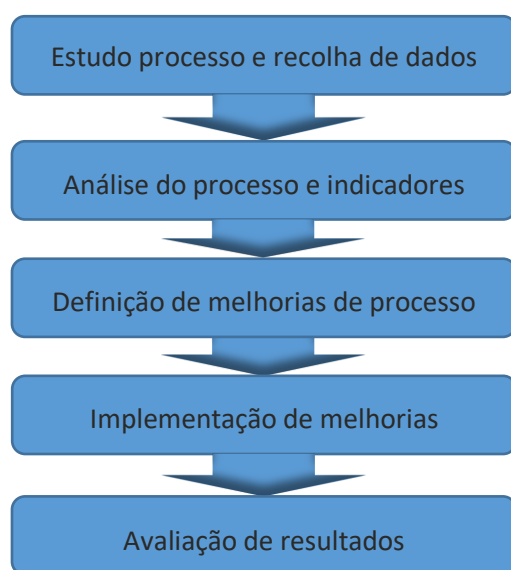


Figura 1 Metodologia do projeto

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada em cinco capítulos, apresentados pela seguinte ordem:

1- Introdução

No primeiro capítulo, *“Introdução”*, faz-se uma introdução ao tema da dissertação e evidencia-se quais os objetivos que se espera atingir no final do trabalho.

2- Apresentação da Sunviauto

No segundo capítulo dá-se a conhecer a Sunviauto, empresa onde decorreu o estudo do processo de fabrico para a elaboração da tese.

3- Revisão Bibliográfica

Ao longo da revisão bibliográfica definem-se os conceitos e metodologias que foram necessários para o desenvolvimento e elaboração do presente trabalho.

4- Caso de Estudo

No quarto capítulo, procede-se ao estudo do processo e desenvolvem-se propostas de ações de melhoria.

5- Conclusões

No quinto capítulo, abordam-se as conclusões decorrentes do trabalho. Mencionam-se também algumas propostas para trabalhos futuros.

APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

1.1 Objetivo

1.2 Metodologia

1.3 Estrutura da dissertação

2.1 A Empresa

2.1.1 Localização

2.2 Estrutura organizacional da Sunviauto

2.3 Produtos fabricados na Sunviauto

2.4 Descrição dos processos produtivos na SVB e SVE

2.4.1 Processo SVE

2.4.2 Processo SVB

2 Apresentação da Empresa e do Processo

2.1 A Empresa

A Sunviauto é uma empresa multinacional portuguesa, fundada em 1969 através da fusão de duas empresas fabricantes de componentes automóvel, a Sundlete.SA e a Auto-Aliados Lda.



Figura 2 Sunviauto

Desde o início, a Sunviauto definiu-se como um dos maiores produtores nacionais de componentes automóvel, tendo uma vasta experiência na produção de componentes para vários sectores de mobilidade, desde autocarros, veículos transformados, autocaravanas, automóvel, militar & defesa, ferroviário, marítimo e segurança & saúde. Em 2008 a empresa vive um período de recessão á semelhança da economia global, contudo, não baixando os braços, a empresa decide explorar novos mercados, dentro e fora da europa afirmando-se como produtor de referência em assentos.

A partir de 2010 a Sunviauto adjudicou vários projectos de estruturas metálicas (W62, XFA, JFC, PL6) no mercado automóvel e reforçou ainda mais a sua posição no mercado do autocarro, abrindo em 2014 uma fábrica em Queretaro (México), o que permitiu o crescimento e consolidação do mercado automóvel e mercado do autocarro na América Central.

2.1.1 Localização

A sunviauto tem como sua sede nas instalações em Vila Nova de Gaia, que são compostas por duas fábricas a Sunviauto Estruturas (SVE) com uma área de 20000m² e a sunviauto Bancos (SVB) com uma área de 30000m².



Figura 3 Imagem satélite Sunviauto

A Sunviauto está presente, através de centros comerciais estratégicos, em Espanha (2), França (3), Alemanha (4) e México (5)(Figura 4).

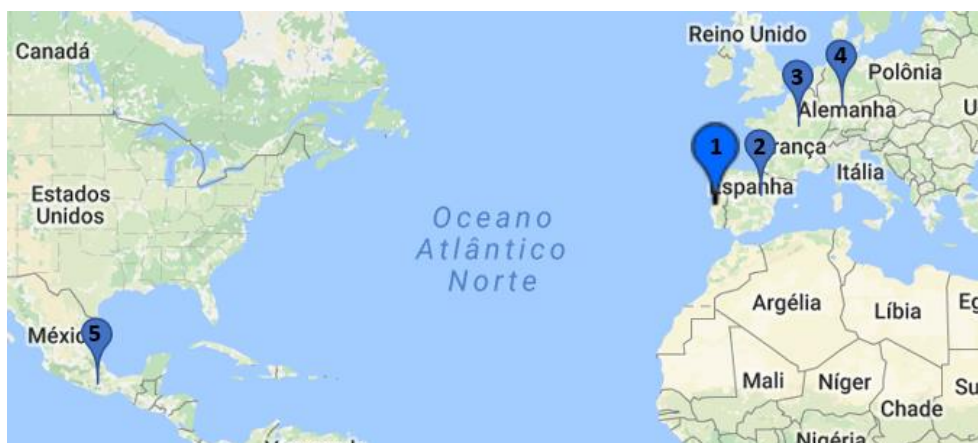


Figura 4 Localização da Sunviauto no mundo

Estes pontos comerciais permitem à Sunviauto estabelecer uma relação de proximidade com os seus clientes, de modo a prestar o apoio técnico e comercial.

Na Sunviauto México, além do importante ponto comercial, existe ainda uma unidade de produção de assentos, onde são produzidos os bancos que abastecem os clientes do mercado da América central.

2.2 Estrutura organizacional da Sunviauto

A organização é definida por de 3 processos principais (P1, P2, P3) e por 6 sistemas (Figura 5).

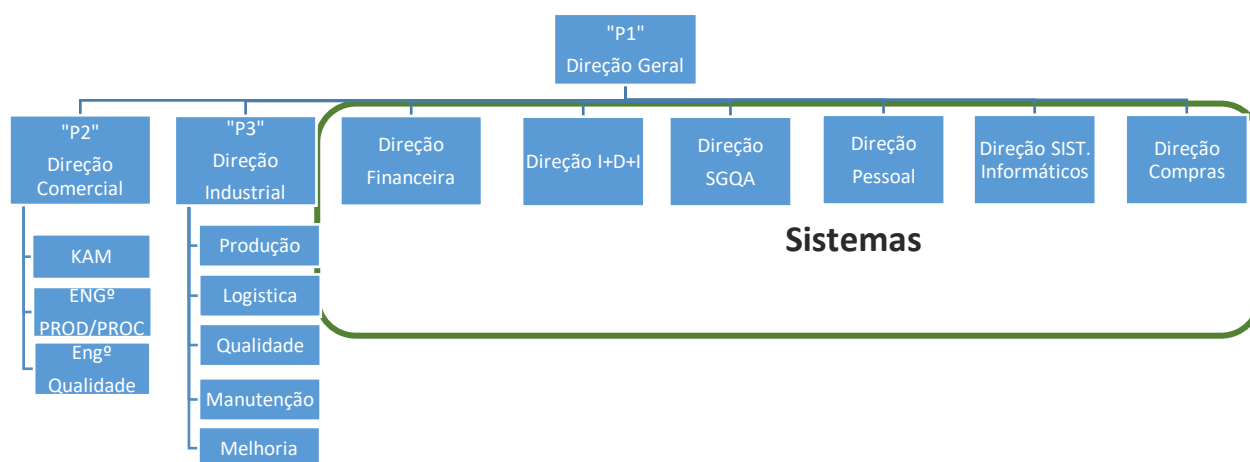


Figura 5 Organigrama organizacional da Sunviauto

2.3 Produtos fabricados na Sunviauto

A Sunviauto tem no seu historial uma vasta experiência na produção de estruturas metálicas, contudo os assentos são os produtos de maior destaque atualmente e o seu grande *Core business*. Apesar de receber projetos dos seus clientes para desenvolver os processos de fabrico e fabricar as peças, a Sunviauto conta também com o departamento de investigação e desenvolvimento (I&D) para desenvolvimento de novos produtos, nomeadamente, assentos para autocarro e automóvel.

- Bancos para autocarro



Figura 6 Urbano-Pino (esquerda); Interurbano GT-Helenna (centro); Interurbano Conturo (direita)

- Componentes para bancos automóvel



Figura 7 Tubo Conformado projeto JFC (esquerda) e Estrutura para almofada Centauros (direita)

- Proteção de semieixo de direção



Figura 8 Proteção semieixo de direção, projeto W62.

- Bancos para sector automóvel



Figura 9 Assento automóvel: Veículos utilitários (esquerda), banco S11.1 (centro) e Banco Standard para pequenos veículos (direita)

- Bancos para sector Militar e Saúde



Figura 10 Banco militar tripulação (esquerda), Banco militar condutor (centro) e banco Gruau ambulância (direita)

- Bancos para sector ferroviário



Figura 11 Banco ferroviário Connect (esquerda) e Lira (direita)

2.4 Descrição dos processos produtivos na SVB e SVE

O fluxo genérico dos processos realizados, na Sunviauto, é representado pelo diagrama representado na Figura 12.

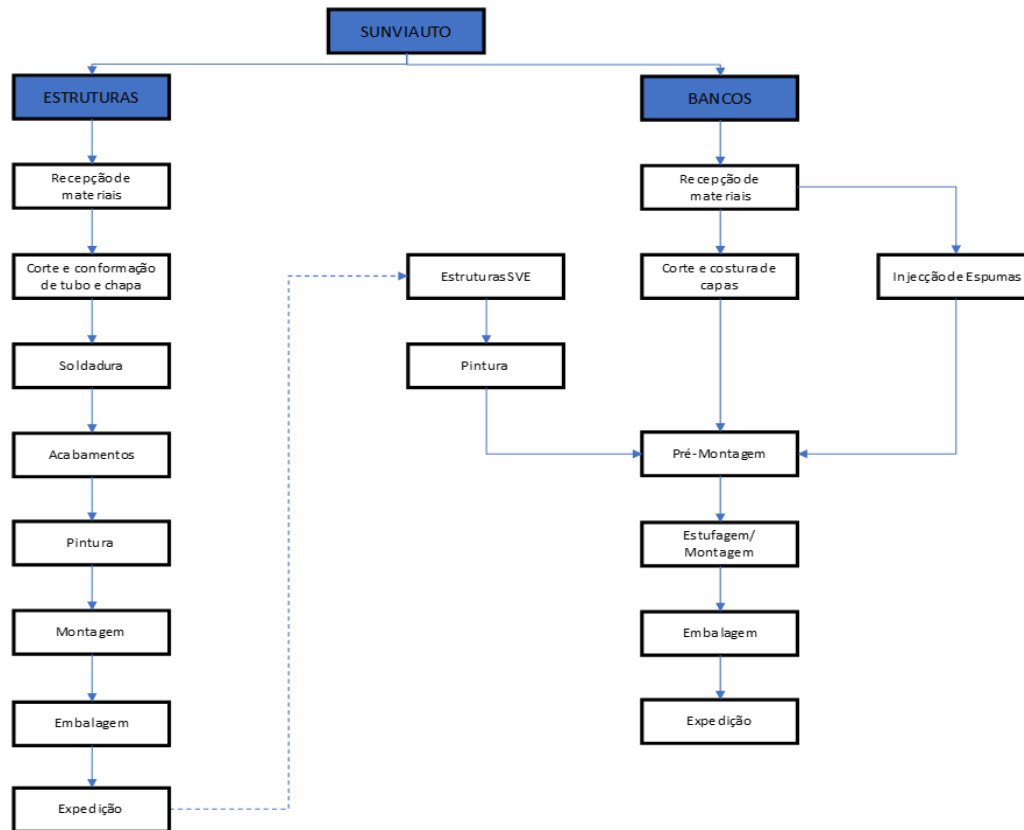


Figura 12 Fluxo genérico processo, Sunviauto (fonte:Manual qualidade Sunviauto)

2.4.1 Processo SVE

O processo de fabrico na fábrica SVE, inicia-se após a receção dos materiais e consumíveis, com o corte do tubo e da chapa. Os processos de corte realizam-se através de máquinas de corte de tubo (Figura 13 e Figura 14) e de chapa (Figura 15), auxiliadas por uma ponte rolante com capacidade de carga de 5 toneladas.



Figura 13 Linha corte automática tubo Adige Sala TT640



Figura 14 Linha corte automática tubo Segura Lunell ns6834



Figura 15 Máquina de corte laser Trumf TruLaser 3030

O tubo após ser cortado é processado na zona de conformação de tubo, onde existem quatro máquinas CNC (*“computer numerical control”*) para curvar o tubo. Uma das máquinas de curvar tubo está equipada com um sistema de abastecimento automático e com um robô para abastecer e retirar o tubo da máquina (Figura 16). Na seção de conformação de tubo existem 3 máquinas para conformação de arame.



Figura 16 Máquina Crippa CA532SIE810D CA532, com robô de manipulação ABB

A seção de conformação de chapa é composta por prensas hidráulicas, balancês, quinadoras de chapa e guilhotinas. Nesta seção, a chapa chega já cortada pela máquina laser para ser estampada nas ferramentas, ou então chega na forma de bobines de chapa, para alimentar as prensas ou balancês em modo automático (Figura 19).

Figura 17 Prensa hidráulica 160t
Adira PHDM-160-1000 075-4452Figura 18 Balancê 150t Mecânica
Exata CPE-150 3118



Figura 19 Balancé 250t Dirinler
CD-PC2500HK



Figura 20 Quinadora
hidráulica DNC Adira QHD-
15040CB

Os tubos cortados podem também ser processados na conformação de chapa, em ferramentas de estampagem e furação, assim como a chapa pode ser processada em equipamentos que estão localizados na conformação de tubo (Figura 22).



Figura 21 Balancé 30t
Mecânica Exata CP-30



Figura 22 Máquina de
Furação e corte de
Tubo

Após a secção conformação de tubo e chapa, as peças seguem para a secção de soldadura. Esta secção está dividida em duas zonas, uma de soldadura robotizada e outra de soldadura manual. A secção é composta por células de soldadura manual onde soldam as peças que montam nos gabaritos de soldadura (Figura 24) e por prensas de soldadura por pontos (Figura 23).

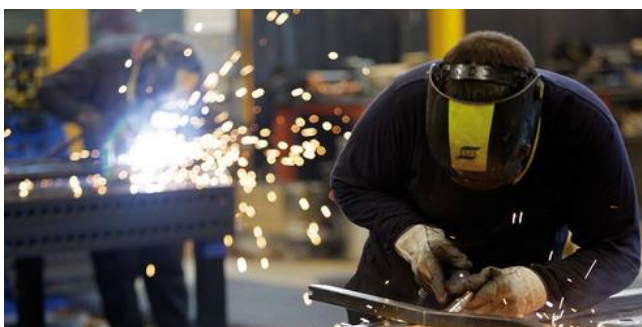


Figura 24 Posto de soldadura manual



Figura 23 Prensa de
Soldadura "Motofil Mpp
110t"

A soldadura robotizada é composta por robôs e por gabaritos de soldadura. Os operadores montam as peças nos gabaritos para depois serem soldadas. Cada robô tem uma mesa rotativa que contém um gabarito em cada um dos lados.

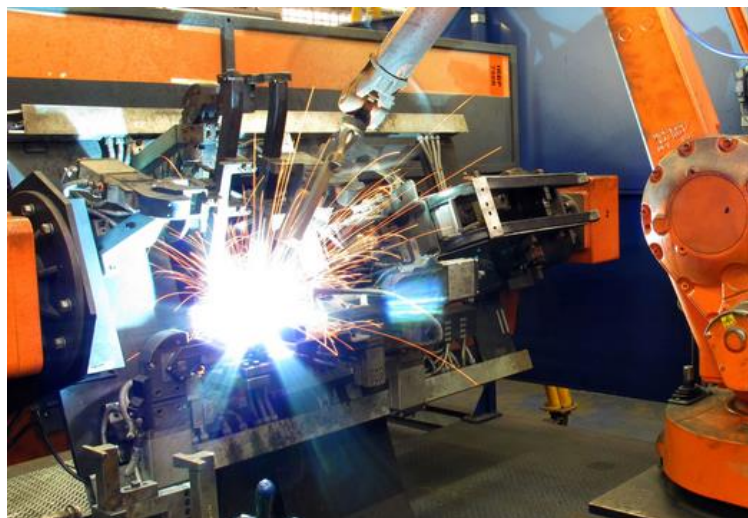


Figura 25 Robô soldadura tubos TRW ABB IRB1600-IRC5-M24004

Após o processo de soldadura as peças são enviadas para o processo de pintura por cataforese. As peças são colocadas na linha transportadora que as faz passar pelo processo de lavagem e desgorduramento, pelo tratamento de superfície do tubo e por fim pela tina com tinta. Após saírem da tina as peças são lavadas para remover o excesso de tinta e entram no forno para polimerizar a tinta.



Figura 26 Entrada da linha de pintura cataforese



Figura 27 Saída da linha de pintura cataforese

As peças pintadas seguem para a SVB ou para os postos de montagem e embalagem para serem expedidas.

Na SVE, existem também células de fabrico dedicadas que estão integradas nas várias secções. Assim, na soldadura robotizada existe a célula MAGNA onde se produzem semieixos para automóveis e na secção de tubo existem a célula HAB01, JFC e XFA.

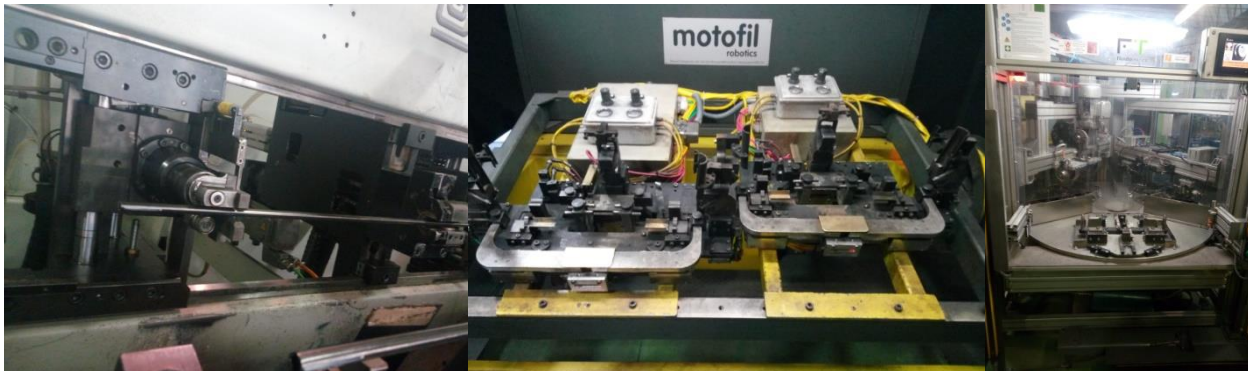


Figura 28 Célula HAB01, Máquina dobrar tubo BLM VGP (esquerda), gabaritos soldadura (centro), Máquina de corte e rebarbagem de tubo Fluidotróica (direita)



Figura 30 Célula JFC



Figura 29 Célula XFA

2.4.2 Processo SVB

Na SVB são produzidos os componentes para montar nas estruturas dos assentos que são montados na SVE. Tal como na SVE, na SVB existe também uma receção das matérias primas, assim como das estruturas que veem da SVE.

As almofadas, encostos, encosto de cabeça e apoio de braços de espuma são produzidos na secção de espumas, pelas máquinas de injeção de espuma. Com estas máquinas injetam-se para os moldes dois componentes (Isocianato + Polioli) que se ao misturar formam a espuma.



Figura 32 Máquina injeção espuma Cannon ACMPT40FC



Figura 31 Máquina injeção espuma Elastogran PU30P

A costura é outro dos processos da SVB que é composto por máquinas automáticas de bordar, máquinas CNC para corte de tecido e de couro e postos de trabalho de costura. O tecido é recebido e colocado nas máquinas de corte, onde é cortado com a forma da peça (Figura 33). Após o corte, é enviado para os postos de trabalho com máquinas de costura, (Figura 35) onde são cozidos para dar forma às capas para revestir os bancos. As peças em que é necessário bordar símbolos passam pela máquina de bordar automática (Figura 34).



Figura 33 Máquina de corte Gerber S-91 1308



Figura 34 Máquina de Bordar BARUDAN



Figura 35 Postos de costura

Algumas das estruturas recebidas da SVE, são pintadas novamente na SVB (num processo de pintura por pó) para depois serem montadas nas células de montagem. Neste processo (de pintura por pó) a peça entra na linha, passa pelo túnel de lavagem (onde efectua as operações de lavagem, tratamento superfície e secagem) e entra na cabine de pintura electroestática onde é aplicado o pó na peça (existem três cabines de pintura, cada uma com cor diferente). Em seguida a peça entra no forno, onde o pó vai polimerizar.



Figura 36 Pintura SVB

A montagem é caracterizada por agregar todas as peças produzidas nos vários processos de maneira a montar o produto final. Existem várias linhas de montagem dedicadas a cada projeto, são elas: “CAB61”, “Ferroviário”, “Ligier”, “Autocarro”, “Irizar”, “Militar”, “B9K”. Após a montagem, os bancos são embalados e enviados para o cliente final.



Figura 37 Linha de Montagem Irizar

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

3.1 Lean Manufacturing

3.1.1 “Muda”

3.2 “Plan-Do-Check-Act”

3.3 5S

3.4 Single Minute Exchange of Die - SMED

3.5 Overall equipment efficiency “OEE”

3.6 Gráfico de Análise do Processo

3.7 Diagrama de Ishikawa

3 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

3.1 Lean Manufacturing

O conceito “*Lean*”, em português “magro”, foi enunciado pela primeira vez por James P. Womack e Daniel T. Jones, autores do livro “The machine that changed the world” (Womack, Jones, & Roos, 1990). Este livro descreve um estudo realizado, durante um período de cinco anos, na Toyota ao seu sistema de produção apelidado de “Toyota Production System” (TPS), e atualmente Lean Production.

“... this new way lean production... does more and more with less and less.” (Womack & Jones, 2010)

A filosofia *Lean* tem como objetivo principal gerar valor para o cliente, sociedade e economia tendo como objetivos a redução de custos, redução do lead time (tempo de processamento da encomenda) e da qualidade através da eliminação do desperdício, reforçando a capacidade de competir em mercados cada vez mais exigentes. A filosofia *Lean* assenta em cinco princípios pelos quais se rege (Eaton, 2013), são eles:

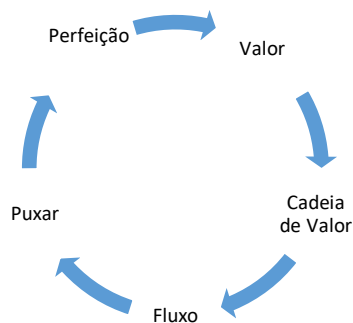


Figura 38 “5 princípios do Lean”

- Valor - identificar o valor desejado pelos clientes;
- Cadeia de Valor - identificar a sequência de atividades potencializadoras de valor para o cliente, eliminando as que não acrescentam valor;
- Fluxo – otimizar o fluxo na cadeia de valor, tornando todo o processo fluído, de modo a eliminar qualquer atividade sem valor acrescentado;
- Puxar – Implementar o sistema PULL, deixar a atividade a jusante puxar valor a montante, de modo a apenas produzir o estritamente necessário quando necessário;
- Perfeição - aplicar sistematicamente a melhoria contínua, de modo a combater o desperdício.

A utilização desta filosofia está associada a um conjunto de benefícios para as organizações que a implementam, que podem ser de qualquer setor de atividade. Alguns dos benefícios são:

- Crescimento do negócio;
- Aumento da produtividade e capacidade de resposta da organização;
- Redução de stocks;
- Aumento da qualidade e do serviço prestado;
- Maior envolvimento e aumento motivacional dos colaboradores;
- Redução dos acidentes de trabalho;
- Redução do lead time;

O *Lean* utiliza dois pilares de modo a garantir a qualidade e controlo dos processos, o *Just-in-Time (JIT)* e *Jidoka*.

O *JIT* transmite a mensagem de que se tem de fornecer os materiais, na quantidade certa, para o local correto e na hora certa. Todo o processo funciona num sistema *pull*, de fluxo é contínuo, em que é o cliente que desencadeia o pedido dando início ao processo de produção dos componentes através da aquisição da matéria prima. O tempo de ciclo deve ser o mais aproximado possível ao *takt-time* (ritmo de trabalho para fazer face as encomendas). Pode-se recorrer a um conjunto de ferramentas para cumprir com o *JIT*, tais como, *SMED*, *Heijunka* (produção nivelada), fluxo contínuo.

Jidoka é o segundo pilar do *Lean* e refere-se á perfeição, devem ser criadas condições para que as operações se realizem sem erros nem atrasos. A automação total ou parcial é utilizada para encontrar e solucionar problemas que possam comprometer a qualidade, para tal, são utilizadas medidas preventivas para analisar e controlar os processos, tais como, *Poka-yoke* e melhoria continua do processo.

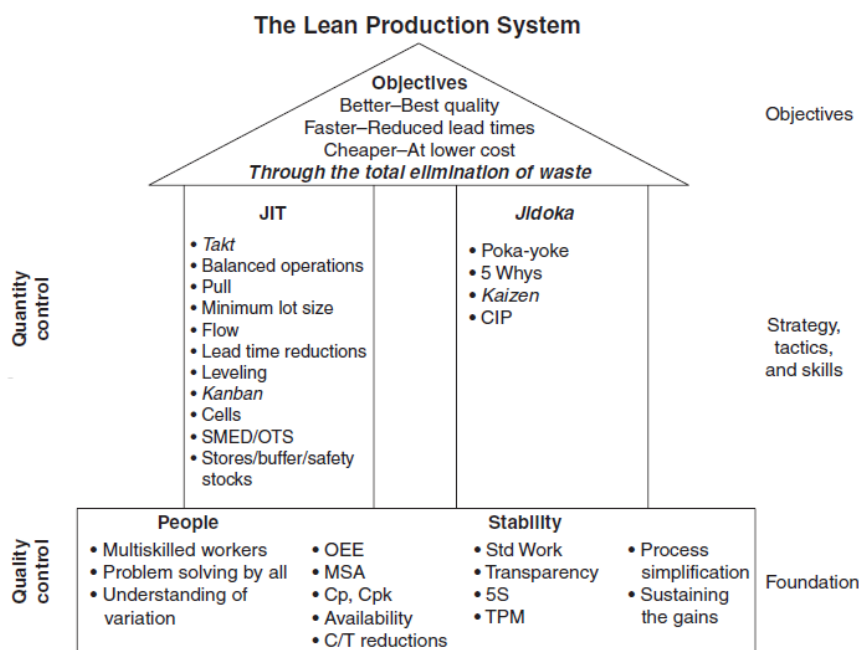


Figura 39 Casa do Lean (Wilson, 2009)

A casa da do *Lean* (Figura 39) é uma ferramenta flexível que pode ser utilizada para visualizar o panorama geral na implementação de uma estratégia *Lean* numa organização. A casa do *Lean* permite integrar facilmente uma ferramenta *Lean* e ajuda a compreender a interação entre as ferramentas, pois o pictograma mostra uma imagem geral das ferramentas utilizadas.

3.1.1 “Muda”

O principal objetivo do *Lean* é a eliminação dos Muda, que em japonês quer dizer desperdício. Este desperdício está relacionado com as atividades inerentes ao processo que não acrescentam valor ao produto final, devendo estas ser eliminadas ou ser reduzido ao máximo o impacto que elas têm no processo (Pinto, 2008).

Seguem-se as oito fontes de desperdício consideradas pela filosofia *Lean*:

- Inventário em excesso que provoca aumento de locais para armazenamento, causa entropia no sistema levando a falta de informação que se traduz grandes percas de tempo, e contribui para um aumento excessivo de custos;
- Movimento desnecessários que são realizados durante o processo e que levam a um mau desempenho dos recursos;
- Defeitos, ou seja, problemas de qualidade associadas a diferentes fases do processo;
- Processos Inadequados, isto é, processos com erros, ou com falta de informação, utilização incorreta de ferramentas ou equipamentos;
- Deslocações excessivas de pessoas ou materiais que resultam em gasto de capital, tempo e energia;
- Tempo de espera, resultantes de paragens de pessoas, peças, equipamentos ou informação que originam fluxos irregulares e aumentam o *lead time*.
- Excesso de produção que pode ser devido a produzir em demasia ou antecipadamente, podem causar fluxos irregulares de materiais e informação e excesso de stock.
- Potencial de recursos humanos que não é aproveitado, levando ao desperdício das capacidades dos operadores.

3.2 “Plan-Do-Check-Act”

O PDCA (Plan-Do-Check-Act) ou ciclo de Deming é uma ferramenta de melhoria contínua que foi desenvolvida por Walter A. Sherwart e mais tarde, em 1950, aperfeiçoado e amplamente utilizado no Japão por W. Edwards Deming (de Souza, 2016).

Esta é uma ferramenta de melhoria contínua que tem o propósito de obter melhorias na qualidade e também nos processos de uma organização, através de uma metodologia, que tal como o nome indica, se divide em 4 fases: planejar (PLAN), fazer (DO), verificar (CHECK) e agir (ACT) (Sokovic et al., 2010).



Figura 40 Ciclo PDCA

PLAN: esta é a primeira fase do ciclo, a de planejar. Nesta fase, define-se o objetivo a atingir, faz-se a caracterização e a análise dos problemas e é criado um plano de ações com as atividades de melhoria necessárias para atingir o objetivo.

A caracterização e a análise do problema podem ser realizadas com ferramentas de qualidade, tais como, diagrama de Ishikawa, Brainstorming e 5 porquês.

DO: Na segunda fase implementam-se as ações propostas no plano de ações e faz-se a recolha de dados para os analisar.

CHECK: Na terceira fase faz-se a análise e validação das tarefas realizadas, verificando se estão ou não de acordo com o que foi definido no plano de ações.

ACT: A última etapa é a de agir. Aqui devem ser uniformizadas as ações implementadas e que tiveram eficácia nas fases anteriores, e que contribuem para a obtenção do objetivo inicial. Avalia-se se é necessário iniciar o ciclo novamente.

A uniformização dos processos é muito importante para garantir a melhoria contínua dos processos. Deste modo, se no PDCA substituirmos o P (PLAN) por S (standardize)

obtém-se o ciclo SDCA. Na Figura 41, observa-se a interação entre o ciclo PDCA e o SDCA.

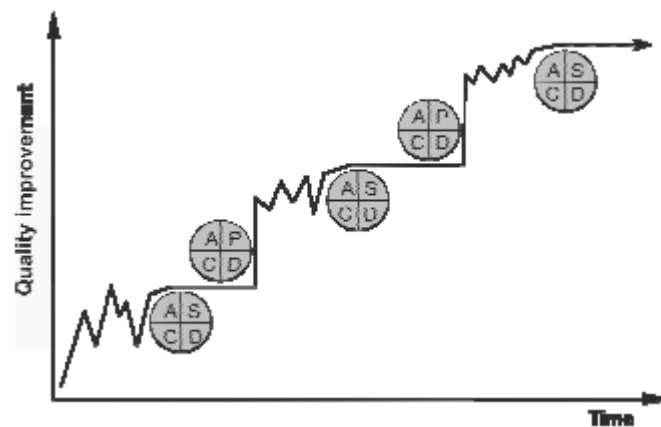


Figura 41 Ciclo PDCA/SDCA (Sokovic, Pavletic, & Pipan, 2010)

Com ciclo SDCA obtém-se vantagens, tais como, redução dos desvios nos processos, aumento da confiança e consistência dos processos (Pinto, 2008). Após os processos estarem uniformizados, pode-se iniciar uma vez mais o ciclo de melhoria contínua através de um novo ciclo PDCA.

3.3 5S

A metodologia 5S foi desenvolvida por Kaoru Ishikawa em 1950, com o intuito de melhorar os métodos de trabalho, facilitar o controlo visual e apoiar a implementação da metodologia *Lean* (Wilson, 2009).

Esta ferramenta é assim designada por ser formada por um conjunto de 5 etapas, que atuam na redução dos resíduos, defeitos e excessos. Os nomes atribuídos às etapas são começados pela letra “S”, que se designam por *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, *Shitsuke* (Cunha, 2012).

- **Seiri (Organização)**

A primeira etapa define-se pela identificação, seleção e separação dos materiais necessários a execução das tarefas nos postos de trabalho, caracterizando-os quanto a sua frequência de utilização (Caetano, 2015). As ferramentas ou equipamentos de maior utilização devem estar junto da bancada de trabalho, e os de menor frequência de utilização mais afastados.

Desta forma, reduz-se as deslocações durante as tarefas que se efetuam no postos de trabalho, faz-se a racionalização do espaço no posto de trabalho, eliminam-se as ferramentas, equipamentos ou documentos que não são necessários, e reduz-se os custos com o stock e espaço ocupado (Cunha, 2012).

- **Seiton (Identificação)**

Os materiais, ferramentas e equipamentos que fazem parte do espaço de trabalho devem ser identificados para facilitar a sua utilização e o acesso aos recursos, assim como, os locais onde são arrumados. Desta forma deve-se rever os layouts, rever o modo de armazenamento dos materiais e fluxos de produção (Rodrigues, 2016).

Os benefícios associados a esta etapa são a melhoria dos fluxos de pessoas e materiais, maior controlo do espaço que envolve o posto de trabalho, fácil identificação dos materiais e normalização de nomenclaturas, economia de tempo durante os processos e evitar a compra de material desnecessário (Cunha, 2012).

- **Seiso (Limpeza)**

A terceira etapa tem o objetivo de garantir a limpeza do local de trabalho, regularmente, de modo a garantir a continuidade das condições iniciais. A limpeza do local de trabalho permite identificar rapidamente anomalias que eventualmente possam ocorrer.

Com a limpeza proporciona-se um posto de trabalho limpo, com um aspeto agradável e confortável, garantindo melhores condições de trabalho, saúde e segurança.

- **Seiketsu (Normalização)**

A quarta etapa resulta na normalização das práticas realizadas nos 3S anteriores, de modo a normalizar os métodos de trabalho através da elaboração de procedimentos e regulamentação do trabalho.

- **Shitsuke (Disciplina)**

A sustentabilidade desta metodologia, depende do rigor e disciplina com que são respeitados os 4S anteriores. É necessário manter o cumprimento dos padrões estabelecidos e procurar atuar diariamente na procura da melhoria contínua (Caetano, 2015).

A disciplina tem o objetivo de garantir o trabalho autónomo por parte dos trabalhadores que utilizam os 5S, para obter benefícios como a qualidade, produtividade, higiene e segurança no trabalho, valorização e reconhecimento do ser humano e o respeito dos procedimentos organizacionais (Cunha, 2012).

A metodologia 5S, dada a sua abrangência, é uma ferramenta amplamente utilizada pela indústria e por empresas de serviços uma vez que permite melhorar a organização e os métodos de trabalho.

O sucesso da sua implementação depende em muito da disciplina e sensibilização dos colaboradores no que toca ao cumprimento dos procedimentos e na busca autónoma pela melhoria contínua. Uma vez bem enraizados os conceitos, esta ferramenta servirá como facilitadora aquando da implementação de outros sistemas de melhoria contínua (Walker, Rego, DOS SANTOS, Pereira, & de Oliveira).

3.4 Single Minute Exchange of Die - SMED

Com o *Lean* pretende-se eliminar os desperdícios inerentes aos processos através da otimização dos mesmos. A produção em pequenos lotes e a redução de stock é uma das maneiras de combater o desperdício, contudo os sucessivos setups dos equipamentos levam a um grande desperdício de tempo produtivo. Devido a este problema a Toyota decidiu contratar Shigeo Shingo (Sugai et al., 2007), para desenvolver um método que diminuísse os tempos de setup.

Shigeo desenvolveu, em 1960, aquilo a que hoje chamamos de SMED, uma metodologia que tem como objetivo reduzir o tempo de *setup*, também designado por “*changeover*”. “single minute exchange of die” que dizer troca de ferramenta rápida num intervalo de tempo de uma unidade, em que essa unidade representa um número de um dígito inferior a 10 (Wilson, 2009). Este método, pode ser designado também por “quick changeover”(Pinto, 2008).

Shigeo, define três etapas para um correto desenvolvimento da metodologia SMED, como se pode observar na Figura 42.

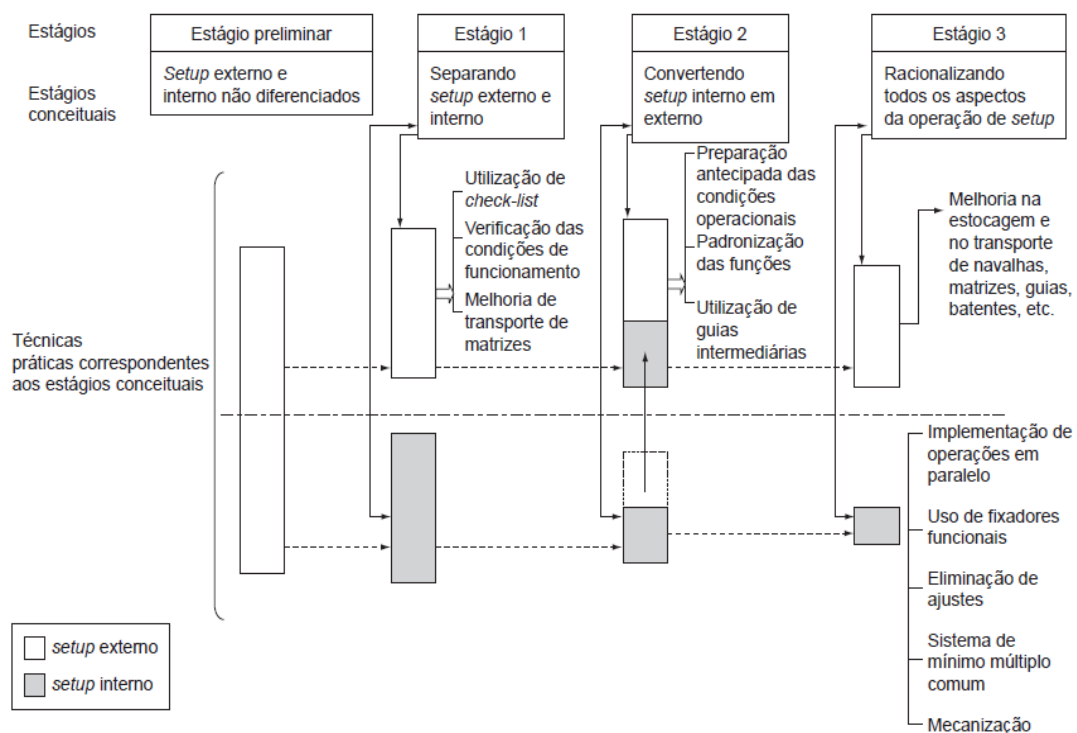


Figura 42 Shigeo, metodologia SMED(Sugai, McIntosh, & Novaski, 2007)

A primeira etapa da metodologia SMED, distingue o que é *Setup interno* e *Setup externo*. O *Setup externo* são atividades de *Setup* realizadas com a máquina a trabalhar, sendo o *Setup interno* definido por atividades de *Setup* realizadas apenas quando a máquina se encontra parada.

A segunda etapa tem como objetivo identificar as atividades de *Setup* internas, e modifica-las de modo a tornarem-se atividades externas, sempre que possível, reduzindo assim tempo de *Setup* (por exemplo, duplicação de ferramentas ou acessórios de uma máquina)

A terceira etapa consiste na eliminação dos ajustes através da uniformização de ferramentas, equipamentos e processos, aplicando-se ferramentas de melhoria contínua de modo a reduzir *Setup interno*. A utilização de posicionadores e fixadores automáticos, a formação aos operadores, utilização de sistemas *Poka-yoke* são mais valias na metodologia SMED.

3.5 Overall equipment efficiency “OEE”

Overall equipment efficiency ou Eficiência global do equipamento, é um indicador que permite medir a eficiência de um equipamento. Desenvolvido pela Toyota, inicialmente começou por ser integrado no sistema de gestão de manutenção, Total Productive Maintenance (TPM), sendo mais tarde utilizado para medir a performance de processos industriais (Hansen, 2001).

O OEE é um indicador que permite identificar o potencial do equipamento, as perdas do processo e as oportunidades de melhoria. Tem como objetivo o aumento da produtividade, a redução de custos e o aumento do tempo de vida do equipamento (Stamatis, 2010). Como perdas do processo são consideradas:

- Avarias
- Tempos de *Setup* e ajustamentos
- Paragens e micro paragens
- Redução da velocidade do processo
- Peças defeituosas
- Redução do rendimento do processo

Para o cálculo do OEE são necessários três indicadores, a Disponibilidade, a produtividade e a qualidade, tem-se então:

- Disponibilidade (D) – a disponibilidade de um equipamento representa-se pelo rácio do Tempo Produção (TP) do equipamento, em relação ao Tempo de Produção Planeada (TPP). Sendo que, o tempo produção é a subtração de todas as Paragens Não Programadas (PNP), avaria, *Setup* & ajustes e micro paragens, pelo tempo de produção planeada. Por sua vez o tempo produção planeada é dado pelo tempo Total disponível (TD) do equipamento menos o tempo utilizado para as Paragens Programadas (PP).

$$TP = TPP - PNP \quad [1]$$

$$TPP = TD - PP \quad [2]$$

$$Disponibilidade = \frac{TP}{TPP} \times 100 \quad [3]$$

- Produtividade (P) – A produtividade de um equipamento caracteriza-se pelo quociente entre Capacidade Real (CR) e a Capacidade Teórica (CT) do equipamento. A CR obtém-se através de medições da capacidade da célula ou através dos registos, e a capacidade teórica é calculada a partir das características dos equipamentos e recursos.

$$Produtividade = \frac{CR}{CT} \times 100 \quad [4]$$

- Qualidade (Q) – expressa a taxa de Peças Conformes (PC) em relação á quantidade total de peças (QPT) produzida. Sendo o número de peças conformes a subtração do número de Peças Não Conformes (PNC) pelo total de peças.

$$PC = QPT - PNC \quad [5]$$

$$Qualidade = \frac{PC}{QTP} \times 100 \quad [6]$$

A partir destes três indicadores obtém-se os dados necessários para que o cálculo do OEE que é dado pela expressão,

$$OEE = D \times P \times Q \quad [7]$$

Um OEE de 100%, é um valor muito difícil ou até impossível de se atingir, uma vez que, um processo teria que ter disponibilidade total (funcionar sem qualquer paragem por avaria, *Setup* ou micro paragem), conseguir os níveis de produtividade teóricos e com zero defeitos. O valor de referência a nível mundial é um OEE de 85%, sendo este valor correspondente a 90% de disponibilidade, 95% de produtividade e 99% de qualidade (Baker, 2009).



Figura 43 Nível de referência de OEE (Fonte: <https://blog.matthews.com.au/>)

Um OEE de 60% é um valor normal na maior parte das organizações o que indica elevador níveis de perdas, ou seja 40%, demonstrando um grande potencial de oportunidades de melhoria. Considera-se baixo um OEE de 40%. Empresas com OEE baixo têm elevados níveis de desperdício, são organizações que facilmente conseguem aumentar o seu nível de desempenho, uma vez que tem inúmeras oportunidades de melhoria que facilmente podem ser implementadas.

3.6 Gráfico de Análise do Processo

A competitividade leva a que as empresas tenham de melhorar e desenvolver os seus processos de fabrico. O estudo pormenorizado das atividades e da interação entre atividades é extremamente importante para a redução e eliminação dos “Muda”, uma vez que esta análise permite observar os desperdícios do processo (Dushyanth Kumar KR, 2015). Como atividades são consideradas qualquer operação de transformação, manuseamento ou transporte, inspeção ou controlo, armazenagem e atrasos (Ávila, 2010).

Actividade Básica	Actividade Específica	Símbolo	Significado
Operação de Transformação		○	Alteração da forma ou outras características do material, obtenção de produto semi-acabado ou produto em via de fabricação.
Transporte ou Manuseamento		⇒	Troca de lugar do material, produto acabado ou produto semi-acabado.
Inspeção ¹	Conferência de materiais	□	Contagem e conferência de materiais ou comparação de produtos de acordo com as suas especificações.
	Inspeção / controlo de qualidade	◇	Teste e inspeção visual de materiais componentes ou produtos por comparação com qualidades standard que permitem avaliar a existência de defeitos nos produtos fabricados.
Retenção	Armazenagem	▽	Acumulação agendada ou programada de materiais, componentes ou produtos.
	Atraso	D	Acumulação não esperada de materiais, componentes ou produtos.
Actividades		⊖	Operação com controlo de Qualidade.
Combinadas (exemplos)		▽	Armazenagem com transporte

Figura 44 Simbologia da análise de atividades de um processo
Fonte:(Ávila, 2010)

A simbologia apresentada na Figura 44, faz a associação das atividades a um símbolo representativo dessa mesma atividade. É possível ainda combinar duas atividades, como é exemplificado na Figura 44.

Na Figura 45, representa-se um modelo de diagrama de análise de atividades, que é caracterizado por ter a designação de cada atividade sendo ordenadas segundo a sua ordem de acontecimento, a distância percorrida, o tempo de operação, o número de pessoas que efetuam cada uma das atividades e as várias colunas com a simbologia representativa da atividade em cada uma das fases.

PROCESS FLOW CHART (TITLE: VSM OF SHAFT SLEEVE)					OPERATION	TRANSPORT	INSPECT	DELAY	STORAGE
S.No.	Activities	Dist.	Time	People	○	⇨	□	⏸	▽
A19	Assembly	0			○	⇨	□	⏸	▽
1.	Hold the shaft between fixture		5	1	○	⇨	□	⏸	▽
2.	Insert green retainer		5	1	○	⇨	□	⏸	▽
3.	Fix bearing on shaft	2	5	1	○	⇨	□	⏸	▽
4.	Press bearing on shaft	2	2	1	○	⇨	□	⏸	▽
5.	Insert another sealing on shaft	1	5	1	○	⇨	□	⏸	▽
6.	Fix roll on wet end of shaft	2	5	1	○	⇨	□	⏸	▽
7.	Place end cover on skin and bolt	5	2	1	○	⇨	□	⏸	▽
8.	fix end retainer with hole		2	1	○	⇨	□	⏸	▽
9.	Fix and tighten end cover		10	1	○	⇨	□	⏸	▽
10.	Select the work station	5	5	1	○	⇨	□	⏸	▽
11.	Fix inspection bar and fixture	5	5	1	○	⇨	□	⏸	▽
12.	Use pneumatic wrenches	5	5	1	○	⇨	□	⏸	▽
13.	Note the part number	2	2	1	○	⇨	□	⏸	▽
14.	Punch the sealing	2	2	1	○	⇨	□	⏸	▽
15.	Set the CTQ with assembly	5	5	1	○	⇨	□	⏸	▽
16.	Do the hydro test	5	5	1	○	⇨	□	⏸	▽
17.	Remove the assembly	10	10	1	○	⇨	□	⏸	▽
18.	Move to painting area		5	1	○	⇨	□	⏸	▽
Total time of AS activity			1. 40 hrs						

Figura 45 Diagrama de análise das atividades na montagem de uma bomba de água Fonte: (Dushyanth Kumar KR, 2015)

O diagrama de análise das atividades, através de uma linha que une as várias atividades realça a interação entre estas, permitindo caracterizar as atividades antecedentes e precedentes, que após análise de tempos, recursos e distância percorrida, conduzem à eliminação ou redução das operações através da combinação das mesmas.

3.7 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de *Ishikawa*, também designado por diagrama de causa efeito ou espinha de peixe, é uma das ferramentas mais utilizadas na resolução de problemas de qualidade, produção, manutenção e I&D. O diagrama de *Ishikawa*, é uma “representação gráfica que permite organizar informação e que tem como objetivo identificar as causas para um determinado problema ou efeito” (César, 2011).

A representação gráfica deste diagrama (Figura 46) é nada mais do que seis ramificações, cada uma associada a uma categoria de possíveis causas, direcionadas

para um eixo que nos leva ao problema ou efeito que pretendemos resolver. Nas ramificações colocam-se as possíveis causas e sub-causas, associadas a cada uma das categorias. Assim, é possível estratificar os problemas levando-se a atingir os níveis de detalhe adequados para a resolução dos problemas (Lins, 1993).

São, então, as categorias de causas, também designadas por 6M's:

- **Método:** Causas associadas ao método utilizado no processo;
- **Material:** Causas derivadas dos componentes e matéria prima utilizada nos processos;
- **Máquina:** Causas relacionadas com as avarias dos equipamentos e ferramentas utilizadas nos processos, calibrações e afinações incorretas;
- **Meio Ambiente:** Fatores do meio envolvente que podem causar impacto no processo, como a temperatura alta ou baixa, humidade, poluição e falta de espaço.
- **Medição:** Má caracterização e análise de dados retirados dos processos e/ou equipamentos não calibrados;
- **Mão de obra:** Todas as causas possíveis em que o operador tenha intervindo, ou tenha tido influência.

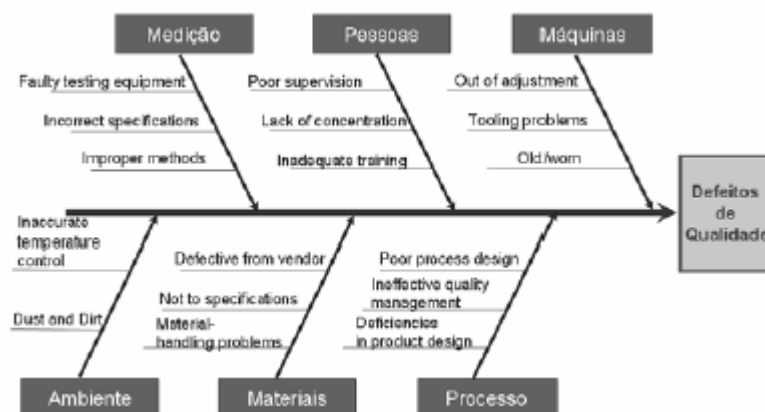


Figura 46 Diagrama de Ishikawa Fonte: (Pinto, 2008)

A construção de um diagrama espinha de peixe está diretamente associado a outras ferramentas, tais como, gráfico de Pareto, brainstorming e histogramas. O gráfico de Pareto permite identificar quais os problemas que tem maior impacto nos processos, sendo que é para esses problemas que se deve realizar o diagrama de espinha de peixe. Um diagrama de espinha de peixe deve ser elaborado por um grupo, para que através de sessões de brainstorming se possam identificar quais as causas que podem estar na origem do problema. Estas reuniões devem ser compostas por uma equipa com elementos pertencentes a diferentes setores.

Após estar concluído o diagrama de espinha de peixe, deve-se efetuar uma análise às causas presentes em cada ramo e realizar um plano de ações e em seguida planear as devidas ações corretivas, por exemplo através de um ciclo PDCA.

CASO DE ESTUDO

4.1 Descrição dos componentes produzidos nos projetos XFA, JFC e PL65

4.1.1 Fluxo de fabrico genérico das peças em estudo

4.2 Layout e fluxo células de fabrico XFA e JFC

4.3 Células de Fabrico

4.3.1 Célula JFC

4.3.2 Célula XFA

4.4 Análise do processo

4.4.1 OEE das Células JFC e XFA

4.4.2 Análise da Capacidade de produção

4.4.3 Análise do controlo da produção

4.4.4 Análise de Indicadores de Manutenção

4.4.5 Task-force XFA&JFC

4.5 Visão

4.6 Projeto de Melhoria

4.7 Implementação do Projeto de Melhoria

4 Caso de estudo

Neste capítulo explica-se todo o processo, começando pela apresentação das peças produzidas nos processos em estudo, em seguida pelo fluxo das peças desde a entrada até à expedição, e por fim uma abordagem detalhada das células de fabrico XFA e JFC.

Após detalhar todo o processo, apresentam-se os indicadores utilizados pela Sunviauto, para medir e controlar o processo de fabrico, fazendo-se uma análise dos mesmos.

Por último, a partir da análise realizada ao longo do capítulo identificam-se e apresentam-se as oportunidades de melhoria.

4.1 Descrição dos componentes produzidos nos projetos XFA, JFC e PL65










As células de fabrico XFA e JFC, produzem componentes que fazem parte de três projetos, nomeadamente, os projetos “JFC”, “XFA” e “PL65”.

Na Tabela 1, representa-se os vários componentes associados à respetiva célula de fabrico, equipamento e referência peça. Estas peças são parte constituinte de assentos de automóvel de um dos principais clientes da Sunviauto. Na primeira coluna identifica-se o nome de cada uma das peças, e ao lado a fotografia correspondente à forma final das peças depois de conformadas.

Para fazer referência às peças ao longo deste trabalho, vai-se utilizar unicamente o número do desenho da peça, de modo a facilitar o entendimento, uma vez que a designação das peças é bastante extensa.

Na Tabela 1 observa-se também qual o projeto a que a peça corresponde e qual a célula onde é produzida.

Tabela 1 Lista de peças produzidas nas células de fabrico XFA e JFC

Peça	Imagem	Referência	Projeto	Célula
Towel Bar		1311554	JFC	XFA
Towel Bar 60P		1645276	XFA	
Cushion Cross Tube		1311473	JFC	JFC
Front Cross Tube 60P		1645248		
Rear Tube 60 P		1645247		
60P Ballfix Towel Bar		1645272	XFA	XFA
60P Slide Bracket Tube		1645359		
Front Slide Bracket Tube 60P		1645360		
Tilt Tube - composite		1582201	PL65	

4.1.1 Fluxo de fabrico genérico das peças em estudo

O processo de fabrico utilizado na produção de peças nas células XFA e JFC é idêntico na maioria das peças apresentadas na Tabela 1. No diagrama de fluxo representado na Figura 47, demonstram-se os processos de fabrico pelos quais as peças passam, desde a receção de matéria prima até a fase de expedição para o cliente, para as referências das peças que são embaladas nas células JFC e XFA.

São as referências:

- 1311473
- 1645248
- 1645247
- 1645359
- 1645360
- 1582201

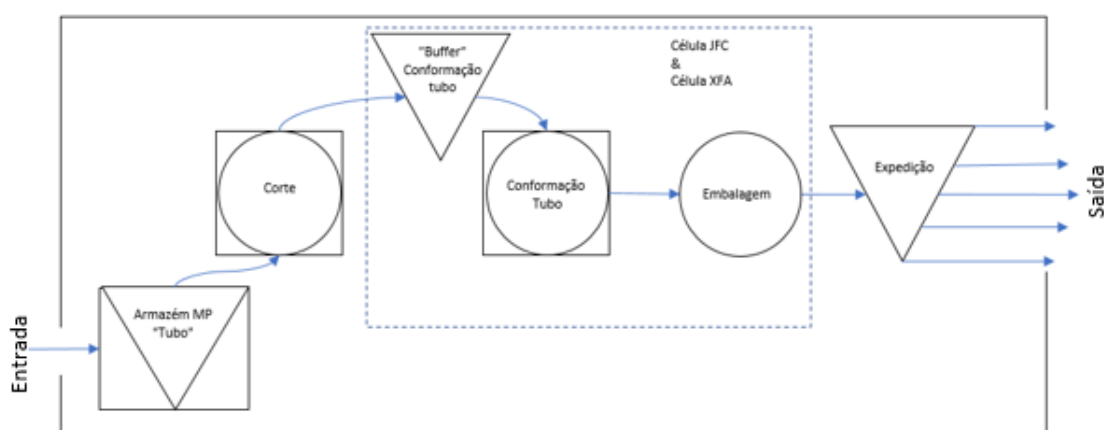


Figura 47 Fluxo genérico de processo para peças embaladas nas células XFA ou JFC

Existem três referências de peças, denominadas por “conjuntos soldados”, para as quais o processo não termina após a sua conformação. São elas:

- 1311554
- 1645276
- 1645272

Na Figura 48, representa-se o diagrama de fluxo de processo para os conjuntos soldados, anteriormente enunciados, que após a conformação passam por processos de soldadura, pintura, montagem e embalagem.

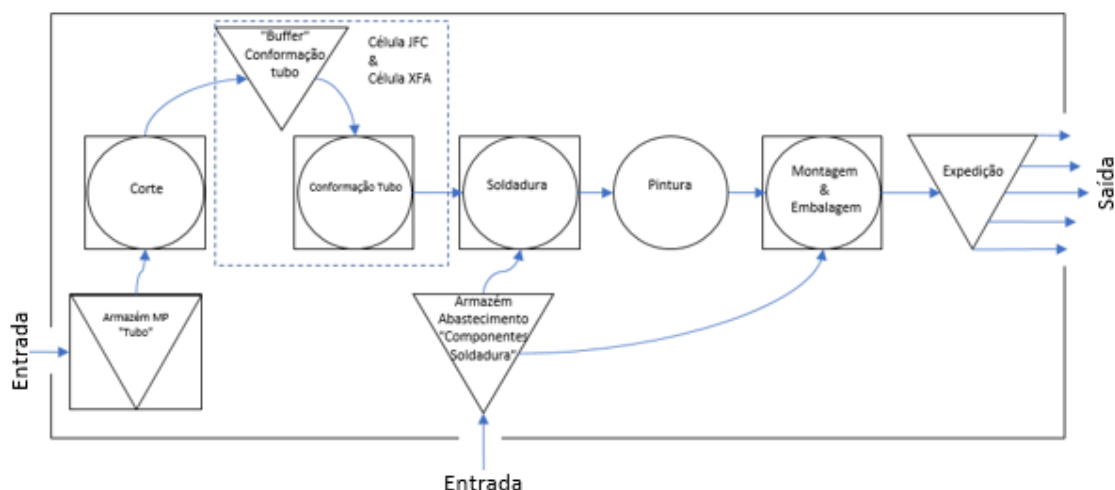


Figura 48 Diagrama fluxo genérico processo conjuntos Soldados, processadas nas células XFA ou JFC

No diagrama de fluxo é possível observar-se o fluxo dos processos de fabrico utilizados para a execução das referências. É possível identificar o posicionamento das células de fabrico JFC e XFA evidenciando assim a sua importância no processo de fabrico.

Todas as referências necessitam de passar por uma das duas células de fabrico, apresentadas anteriormente, tornando-as no processo chave para obtenção da peça final. O posicionamento deste processo de conformação é sempre precedente ao corte de tubo e antecedente à embalagem no caso das peças que se apresentam no diagrama de fluxo da Figura 47, ou à soldadura robotizada de acordo com o diagrama de fluxo da Figura 48.

4.2 Layout e fluxo células de fabrico XFA e JFC

Depois de analisar o fluxo genérico das peças nos vários processos, vai-se fazer uma descrição do fluxo dentro das células XFA e JFC.

Na Figura 49, representa-se o layout das células de fabrico JFC e XFA, localizado na secção de conformação de tubo da fábrica SVE. Nesta figura demonstra-se através de setas, o fluxo do processo de conformação do tubo desde a entrada da matéria prima até a saída das peças conformadas.

A cor das setas representa um fluxo que está associado a uma ou mais referências de peças. Na Tabela 2 faz-se a associação da cor á referência correspondente. Tem-se também a associação da cor das setas às operações correspondentes, tais como, controlo de qualidade e troca de ferramentas para conformação de tubo.

4.3 Células de Fabrico

Neste subcapítulo faz-se uma descrição do funcionamento de cada uma das células em estudo (XFA e JFC). A descrição das células aborda desde a chegada do tubo à célula, postos de controlo, ferramentas, até a expedição das peças da célula.

4.3.1 Célula JFC

Na célula JFC, realiza-se o processo de conformação de tubo (dobra, furação e estampagem) através de equipamentos especiais e ferramentas construídas para cada uma das referências a produzir nesta célula (Tabela 1).

Na Figura 49, representa-se o layout da célula, onde se pode observar o posicionamento dos equipamentos, fluxo do processo para cada uma das referências, *buffer* de tubo cortado e a entrada e saída de materiais.

A célula JFC apresenta diferentes fluxos de trabalho de acordo com os modelos de peças a produzir. A célula é constituída por equipamentos de marcação, conformação de tubo, de transporte e por equipamentos de controlo (gabaritos de controlo). Abaixo faz-se uma descrição de cada um dos equipamentos da célula.



Figura 50 Máquina de riscar tubo

A máquina da Figura 50, é utilizada para realizar a marcação do tubo (referências 1311554 e 1645276) para que a câmara instalada na máquina de dobrar tubo CNC Crippa 516 (Figura 51) consiga posicionar a costura do tubo corretamente.



Figura 51 Alimentador de tubo máquina Crippa CA 516



Figura 52 Máquina CNC Crippa CA 516

A máquina CNC Crippa 516 (Figura 52) é utilizada para fazer uma pré dobra nos os tubos antes de entrarem na máquina ihardun manual (MHM). A transferência das peças conformadas da máquina Crippa para a ihardun manual é efetuada através de um tapete transportador (Figura 53).



Figura 53 Tapetes transportadores de peças

A MHM é composta por um grupo hidráulico com 12 entradas e 12 saídas de óleo, sistema pneumático, sistema de comando e 3 postos de trabalho, onde são colocadas ferramentas de acionamento hidráulico para conformar tubo.

As sequências das ferramentas (de cada referência) são programadas através do sistema de comando, tendo como variáveis a ordem e o tempo de abertura de cada uma das electroválvulas, tendo os sensores das ferramentas a função de regular o correto funcionamento das sequências. É ainda possível efetuar ajustes mecânicos nas ferramentas. O Setup das ferramentas é feito de acordo com as Fichas de Setup, de cada referência.



Figura 54 Máquina MHM

O operador depois de receber a peça pré conformada do tapete transportador, coloca a peça na primeira ferramenta do posto de trabalho 1, aciona o botão “start” para a máquina realizar o ciclo e em seguida faz o mesmo procedimento no posto de trabalho 2 e 3.

Nesta máquina é ainda fabricada uma outra peça (referência 1311473) que apenas tem duas ferramentas, sendo o procedimento o mesmo. As ferramentas de conformação de tubo de cada referência são apresentadas no Anexo A.

O controlo das peças é realizado de acordo com a gama de controlo de cada uma das referências. Em todas as referências faz-se o controlo da primeira peça, e depois controla-se periodicamente, de acordo com a respetiva gama de controlo.



Figura 55 Referência 1311554, à esquerda Calibre “Passa” e à direita Calibre “Não Passa” (GC E3.14995.01)

O transporte de ferramentas é realizado através de carros específicos para cada ferramenta, que também têm a função de armazenar as ferramentas. A transferência das ferramentas para a máquina é realizada através de um semi-pórtico, que tem uma capacidade de carga de 1000Kg.



Figura 56 Semi-pórtico Konecranes

Após a conformação das peças, estas são armazenadas em carros de transporte, para seguirem para o processo seguinte (Figura 58) ou embaladas de modo a serem enviadas para o cliente final. O transporte de contentores para abastecimento da célula efetua-

se através de porta paletes (Figura 59). Este método de embalagem é realizado de acordo com as Gamas de embalagem de cada uma das peças.



Figura 57 Contentor para embalagem de peças



Figura 58 Carro interno de armazenamento e transporte de peças



Figura 59 Porta Paletes

4.3.2 Célula XFA

Na célula XFA, produzem-se componentes através da conformação de tubo (estampagem, dobra, furação), usando equipamentos e ferramentas especiais para realizar esses processos, de forma a obter a geometria pretendida (Tabela 1).

Observando a Figura 49, pode-se ver a disposição do equipamento nesta célula, locais de armazenamento de ferramentas e buffer de tubo cortado, afetos a esta célula com indicação do fluxo de trabalho durante os processos que ocorrem na célula.

A máquina ihardun automática (MHA) é composta por um grupo hidráulico com 12 entradas e 12 saídas de óleo, sistema pneumático, sistema de controlo, pelo sistema transfere e pelo alimentador de tubo. Tem 4 postos de trabalho sendo que o primeiro posto é fixo. Nos restantes postos de trabalho são colocadas as ferramentas correspondentes a cada referência (anexo A).

O tubo cortado é colocado no alimentador que o leva até ao primeiro posto onde é realizada a leitura e posicionamento do tubo. Sendo depois enviado para o posto de trabalho seguinte pelo sistema de transfere.

Nesta máquina (MHA), o tubo é manipulado por pinças pneumáticas, que através de um sistema de transfere hidráulico, leva as peças de posto em posto até ao tapete de saída da máquina.

A MHA trabalha em dois modos, o automático (para as peças que são manipuladas pelo transfere) e o ciclo semiautomático (para as peças que são introduzidas à mão na ferramenta, que é o caso da ferramenta da referência 1645248). Existe ainda o ciclo manual, mas apenas serve para realizar operações de *Setup*.



Figura 60 Máquina Ihardun automática

As ferramentas armazenadas em carros individuais são carregadas para a máquina através de um mecanismo de rolamentos, que após orientação do carro da ferramenta no posto de trabalho, é fixo para unir o carro a máquina. Em seguida a ferramenta é empurrada para a máquina e fixa, sendo ligadas as mangueiras hidráulicas, pneumáticas e as fichas elétricas de acordo com a parametrização da ferramenta.

As sequências das ferramentas e do sistema de transfere, para cada referência, são programadas através do sistema de comando tendo como variáveis a ordem e o tempo de abertura de cada uma das electroválvulas. Os sensores das ferramentas e da máquina têm a função de regular o correto funcionamento e garantir a ordem das sequências. É ainda possível efetuar ajustes mecânicos nas ferramentas, de acordo com as fichas de Setup.

As peças produzidas são controladas em gabaritos de controlo pelo operador na primeira peça e durante a produção, de acordo com a Gama de controlo.



Figura 61 Gabarito de controlo da referência 1645360 (GC 012-2015)

Após a produção das peças, estas são embaladas em caixas (Figura 62) para seguirem para a expedição ou, no caso da referência 1645272, armazenadas em carros de transporte internos para seguir para o processo seguinte (Figura 63).



Figura 62 Embalagem para expedição de tubo produzido



Figura 63 Carro de transporte interno

4.4 Análise do processo

Nesta secção é apresentada a análise do processo realizada nas duas células de fabrico bem como avaliado o respetivo desempenho.

4.4.1 OEE das Células JFC e XFA

A avaliação do processo é realizada através de indicadores. Na Sunviauto utiliza-se para avaliação da eficiência dos processos o indicador do OEE. Para tal é medido a disponibilidade, o rendimento e a qualidade, de cada processo de fabrico.

Para a célula XFA calculou-se a eficiência pela primeira vez no mês de abril de 2017. Na Figura 64, verifica-se para esta a célula uma eficiência de aproximadamente 41%. Uma vez que não se efetuaram medições dos meses anteriores não se tem um histórico da eficiência.

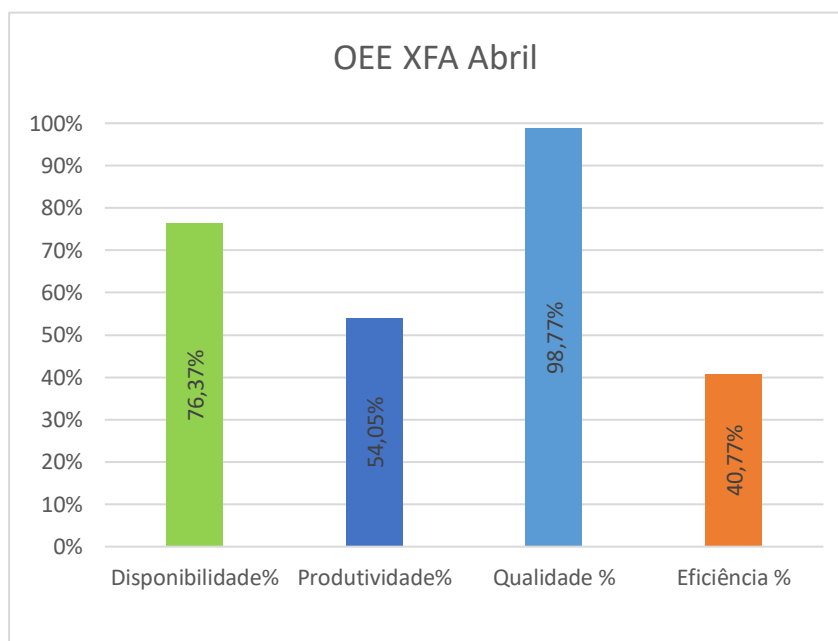


Figura 64 Eficiência célula XFA mês de abril

Na célula XFA verifica-se uma disponibilidade do equipamento de 76%, o que indica que 24% do tempo programado para produção está associado a paragens por avaria, por micro paragens, períodos de almoço ou idas a casa de banho.

Verifica-se também que o rendimento da célula é de apenas 54%, que poderá ser associado a ineficiências do processo, tais como, tempos de paragem para controlo de peças, micro paragens e paragens não programadas e trabalho condicionado do equipamento, operadores sem experiência. Poderá também ter um valor baixo em caso de o número de peças teóricas estar mal dimensionado.

A taxa de qualidade é de aproximadamente 99%, o que é um indicador positivo relativamente a capacidade de o processo produzir peças boas à primeira.

A eficiência da célula revela muitas ineficiências associadas ao processo, pelo que existem muitas oportunidades de melhoria que se podem implementar para uma maior eficiência do processo.

Na célula JFC, foi analisada a eficiência da célula de janeiro a abril de 2017. No mês de abril tem-se uma disponibilidade de 77%, o que é indicativo de que existiram paragens da máquina por avaria ou outras paragens não programadas. Este valor é o mais baixo desde o início do ano. Pode ter existido alguma anomalia para este valor ter reduzido em 10% comparativamente ao mês de março.

O rendimento do processo é de 85%, o que revela um rendimento elevado comparativamente com a célula XFA. A elevada taxa de qualidade é um indicativo de que o rendimento, nos meses de março e abril, não é provocado por problemas de qualidade, tendo origem em outras causas como: Baixa quantidade de peças para produzir, paragens não programadas, trabalho condicionado, operadores com pouca experiência, desmotivação. Já nos meses de fevereiro e tem-se um baixo rendimento, associado a uma taxa de qualidade baixa.

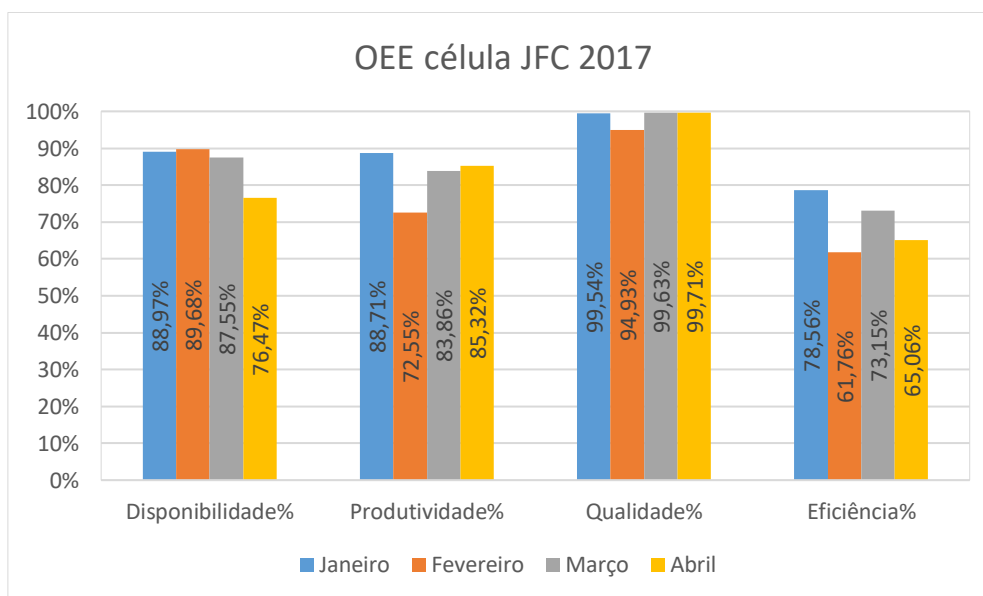


Figura 65 Eficiência da célula JFC, janeiro a abril de 2017

A célula JFC demonstra ser um processo mais robusto em comparação com o XFA, tendo uma eficiência em abril de 65%, o que é indicativo de um nível de eficiência típico na maioria das empresas que se regulam por este indicador (Figura 43). Contudo, existem melhorias que podem ser aplicadas no processo para aumentar a sua eficiência.

4.4.2 Análise da Capacidade de produção

Na Figura 66 e Figura 67 faz-se uma primeira análise da carga a que iriam estar sujeitas as duas células de trabalho durante o ano de 2017.

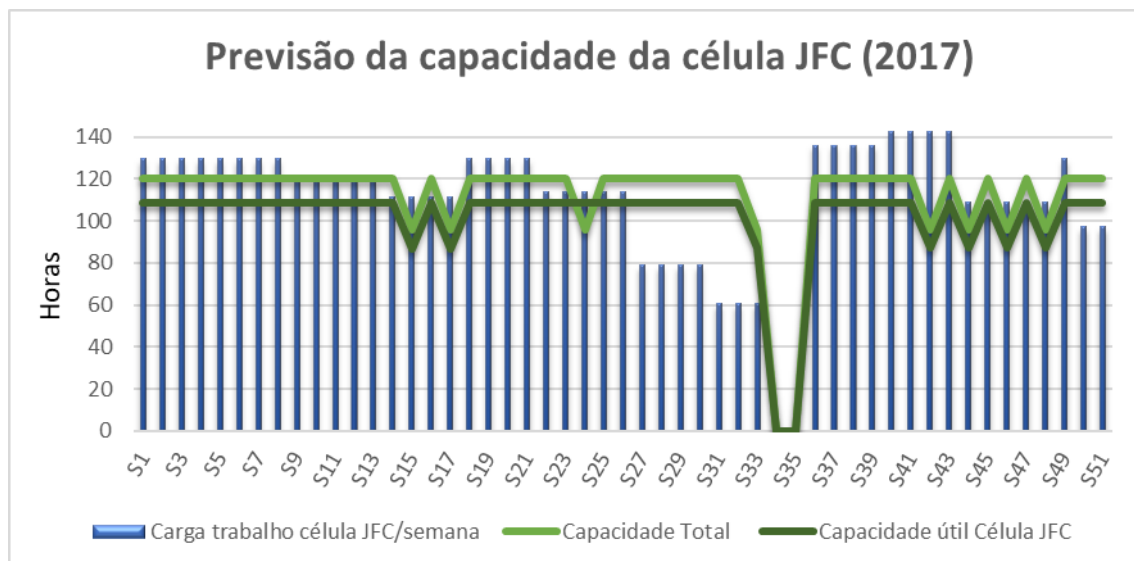


Figura 66 Previsão da capacidade da célula JFC para 2017

A célula JFC encontra-se em sobrecarregada, não tendo capacidade para produzir todas as peças sem o recurso a horas extra. Mesmo recorrendo a um nivelamento das quantidades que ultrapassam a capacidade útil da célula, 107 horas/semana, seriam necessários mais 25 dias de trabalho para conseguir produzir as quantidades pretendidas anualmente.

Na Figura 67, observa-se uma capacidade útil da célula XFA muito superior à previsão para o ano de 2017. Tem-se uma capacidade de 104 horas por semana, para aproximadamente 60 horas de produção, nas semanas em que existe maior carga.

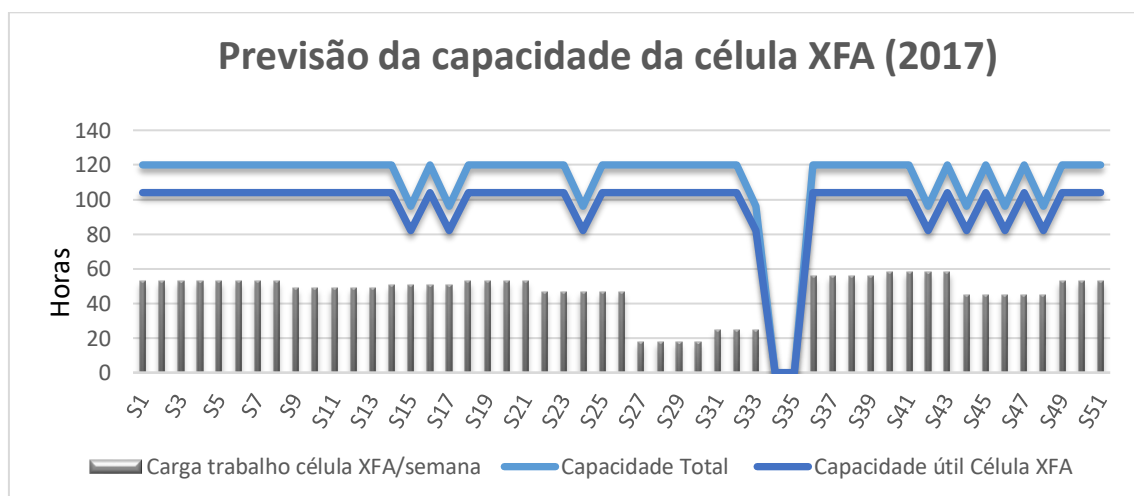


Figura 67 Previsão da capacidade da célula XFA para 2017

A Sunviauto considera para efeitos de cálculo da capacidade útil o valor de 22 horas de trabalho útil por dia; este valor inclui já as paragens de almoço e os intervalos dos três turnos de trabalho. No cálculo da Capacidade Total e Capacidade útil tomou-se ainda em consideração os feriados existentes no ano de 2017.

O valor de peças hora e os tempos de Setup da Tabela 3, estão de acordo com o valor definido nas gamas operatórias presentes nas células de trabalho e de acordo com os valores utilizados pelo sistema para o cálculo e planeamento de produção. Considerou-se ainda para efeitos de cálculo a troca de ferramentas duas vezes por semana, este valor foi definido em função do número de expedições que é realizado para o cliente (2 por semana).

$$\text{Capacidade total (CT)} = N^{\circ} \text{ horas trabalho (HT)} * N^{\circ} \text{ dias de trabalho (DT)} \quad [8]$$

$$\text{Capacidade útil (CU)} = (\text{Horas trabalho úteis (HTU)} - \text{Tempo Setup (TS)}) * N^{\circ} \text{ dias Trabalho (DT)} \quad [9]$$

Na Tabela 3, apresentam-se os dados considerados para efeito de cálculo dos valores de CT e a CU das células, do gráfico da Figura 66 e Figura 67.

Tabela 3 Valores considerados para cálculo da capacidade das células XFA e JFC

Projeto	Referência	Cadência peças/h	T. Setup (h)	Horas trabalho úteis/dia	Horas trabalho total	Nº Setup/ semana	CU (h/semana)	CT (h/semana)
JFC	1311473	148	0,5	22	24	2	107	130
	1311554	88	0,5			2		
	1645276	88	0,5			2		
XFA	1645247	259	0,5			2	104	
	1645248	176	0,5			2		
	1645272	259	0,5			2		
	1645359	278	0,5			2		
	1645360	360	0,5			2		
	1582201	359	0,5			2		

Durante as primeiras semanas do ano foi possível acompanhar os pedidos reais realizados pelo cliente à Sunviauto. Na Figura 68 e Figura 69 representam-se os gráficos que mostram as quantidades produzidas entre as semanas 3 e 23, nas células XFA e JFC.

Observam-se semelhanças entre as previsões realizadas para o ano 2017 e os pedidos efetuados, apenas existindo uma diminuição entre a semana 6 e a semana 9, devido a uma paragem inesperada no cliente da Sunviauto, que obrigou a parar a produção e suspender as encomendas.

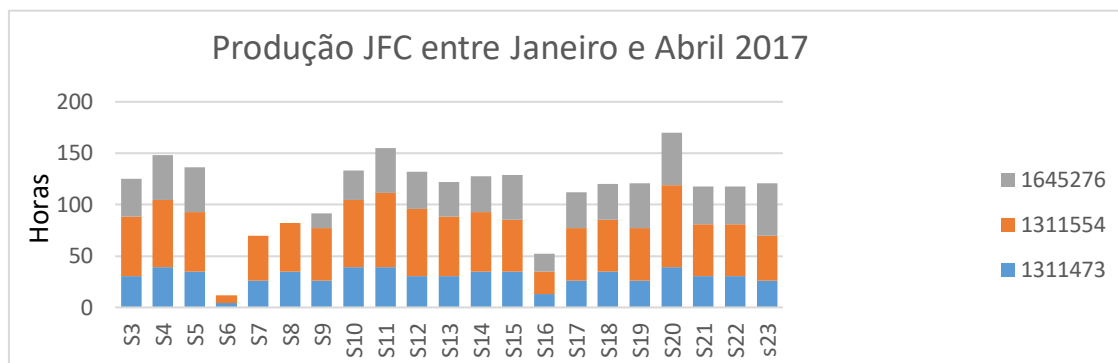


Figura 68 Peças produzidas JFC entre a semana 3 e 23

Devido a necessidade de produzir peças, tornou-se necessário trabalhar mais um dia por semana uma vez que não se consegue produzir as quantidades necessárias no tempo útil disponível.

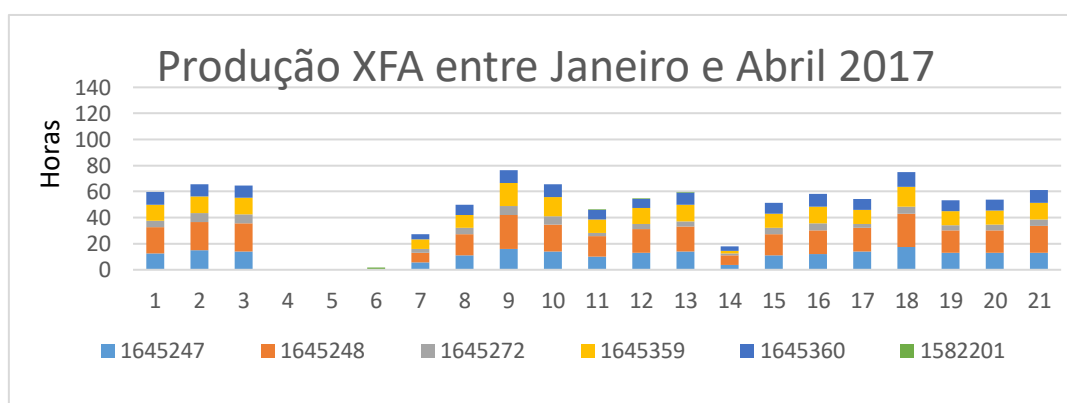


Figura 69 Peças produzidas XFA entre a semana 3 e 21

O facto de a célula XFA ter aproximadamente uma disponibilidade de 50% em relação a sua capacidade útil teórica, não evita atrasos no envio de peças (Figura 70). Um dos motivos poderá estar na baixa eficiência do processo. No caso da célula JFC, a carga de trabalho elevada e a ineficiência estão na origem dos atrasos, pelo que é necessário otimizar o processo de modo a aumentar o rendimento e disponibilidade da célula.

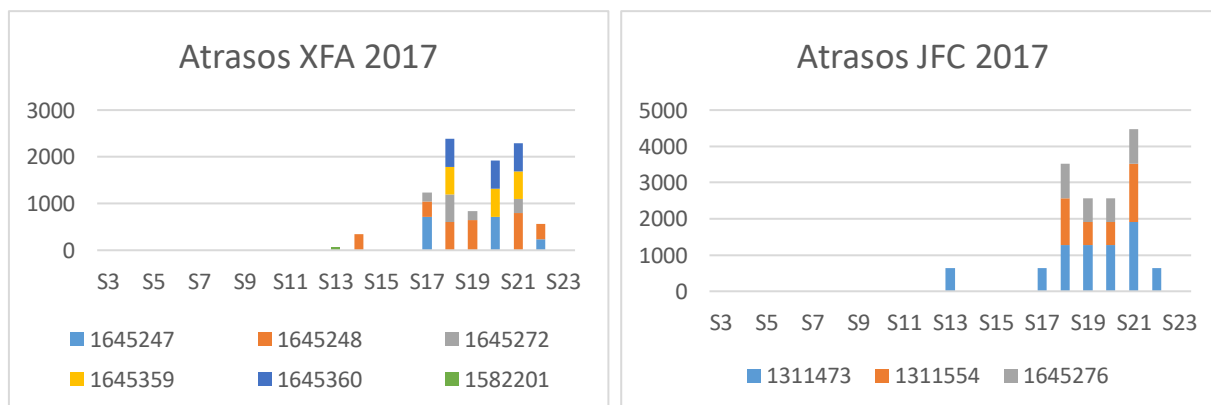


Figura 70 Atrasos de peças XFA (esquerda) e JFC (direita)

A presença e acompanhamento do posto de trabalho é um método que permite observar muitas das ineficiências e dificuldades inerentes a um processo, sendo por isso uma técnica que pode ajudar a compreender os atrasos na produção de peças.

4.4.3 Análise do controlo da produção

Realizou-se o acompanhamento nas duas células de trabalho, procurando-se perceber os métodos utilizados na produção das peças e perceber as dificuldades inerentes ao processo. O estudo das células consistiu em observar o período de Setup e produção de cada uma das referências registando os problemas identificados num diagrama de análise, que pode ser consultado no ANEXO B. Uma vez que a referência 1582201 ainda se encontra numa fase de pré-produção, não foi possível fazer o diagrama de análise.

Nos diagramas de análise realizados é possível constatar que existem várias ineficiências ao longo do processo de produção de peças dos projetos XFA e JFC.

Na Tabela 4, pode-se observar os valores medidos para tempos de *Setup* e para a cadência de produção das várias referências.

Tabela 4 Diferença entre valores referência e valores medidos de cadência e tempo de Setup

Projeto	Referência	Cadência peças/h	Peças hora Medidas	Diferença percentual Peças hora %	T. Setup (h)	T. Setup Medido (h)	Diferença percentual T. Setup (%)
JFC	1311473	148	90	39.2	0,5	2,3	463,3
	1311554	88	88	0	0,5	0,9	173,3
	1645276	88	89	1	0,5	0,8	150,0
XFA	1645247	259	259	0	0,5	1,4	273,3
	1645248	176	120	31.8	0,5	1,1	210,0
	1645272	259	257	0	0,5	2,1	420,0
	1645359	278	278	0	0,5	1,2	236,7
	1645360	360	360	0	0,5	1,1	216,7
	1582201	359	359	0	0,5	2,6	516,7

Os valores de cadência de produção (medidos), que se apresentam na Tabela 4, são valores médios, que se obtiveram através da realização de um *Run&Rate*, (Anexo C).

O *Run&Rate* é um teste, realizado pela Sunviauto, para avaliar a cadência de produção de uma célula de fabrico. Neste teste, é contabilizado durante uma hora e em contínuo, o número de peças que são produzidas na célula. Foram realizadas 5 medições no primeiro turno e 5 medições no segundo turno e os valores obtidos, entre eles, não diferem em mais de 1 ponto percentual, sendo uma diferença pouco significativa.

As referências 1311473 e 1645248 estão abaixo do objetivo, com um déficit de produção de 39.2% e 31.8% respetivamente. Na ferramenta 1311473 verificou-se que existia uma perca de tempo devido a dificuldade em extrair o tubo da ferramenta.

Na ferramenta 1645248 o operador tem que fazer uma verificação ao interior da ferramenta, para não marcar o tubo com as limalhas. É necessário também que o operador verifique o aperto das colunas da ferramenta uma vez que devido a um problema de conceção, desapertam, levando a que as matrizes que fazem a gola no tubo partam.

Um dos graves problemas identificados é a diferença dos tempos de Setup, medidos e os tempos previstos nas fichas de Setup, pode-se verificar que quase todas as referências apresentam mais do dobro do tempo de *Setup* previsto.

No caso da referência 1582201, que tem o tempo de Setup maior, este valor poderá ser justificado por a ferramenta ainda estar numa fase de testes e os operadores ainda terem pouca experiência. Contudo, este caso não é isolado, uma vez que se verificam mais referências com este problema. Analisando-se os diagramas de análise do processo, verificam-se alguns problemas:

- Transfega de ferramenta para máquina demorada: são necessárias 3 pessoas para realizar esta tarefa, e muitas vezes necessitam de auxílio do empilhador.
- Demora na montagem das pinças da MHA: é necessário desmontar pinças de umas referências para utilizar noutras. Além do tempo que perdem a montar muitas vezes perdem-se peças, ou partem-se pinças devido ao manuseamento exagerado.
- Derrames de óleo: A quantidade de óleo nas ferramentas leva a maior tempo na sua limpeza.
- Engate das mangueiras: Muitas das mangueiras perderam as identificações e as que as têm, são de difícil identificação.
- Falta de luz na máquina MHA: A falta de visibilidade, devido a ausência de iluminação, na parte exterior da máquina leva a que seja mais demorada a instalação das mangueiras de óleo, tomadas elétricas, e de ar comprimido.

4.4.4 Análise de Indicadores de Manutenção

Durante o período de tempo em que se observaram as células de trabalho, identificaram-se muitas micro paragens e paragens devido a avarias ou falta de materiais. As avarias dos equipamentos e das ferramentas interferem na disponibilidade da máquina. Na Figura 71 observam-se o gráfico das paragens ocorridas nas células de fabrico entre janeiro e abril de 2017.

Neste gráfico observam-se grandes períodos de tempo perdidos em paragens devido a avarias, particularmente nos meses de março em que a célula JFC esteve aproximadamente 13 horas parada e no mês de abril em que a célula XFA também teve 14 horas de paragem por avaria.

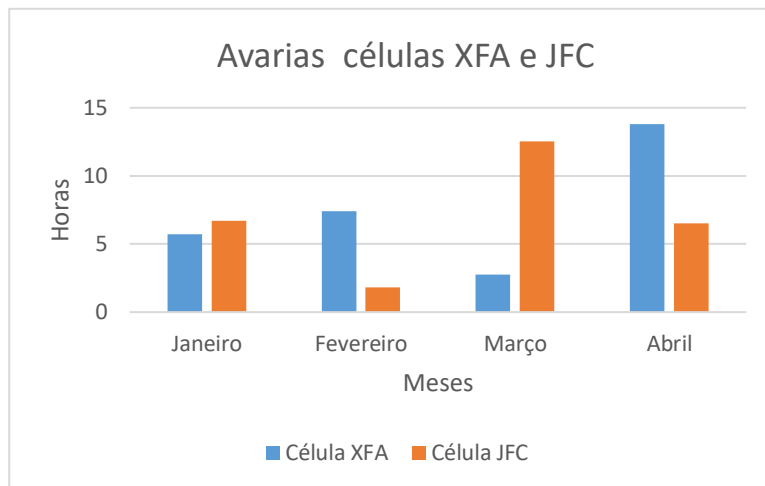


Figura 71 Registo de avarias nas células XFA e JFC (manutenção Sunviauto)

As paragens não programadas prolongadas são prejudiciais aos processos e poderão ser uma das causas principais para os atrasos registados na Figura 70.

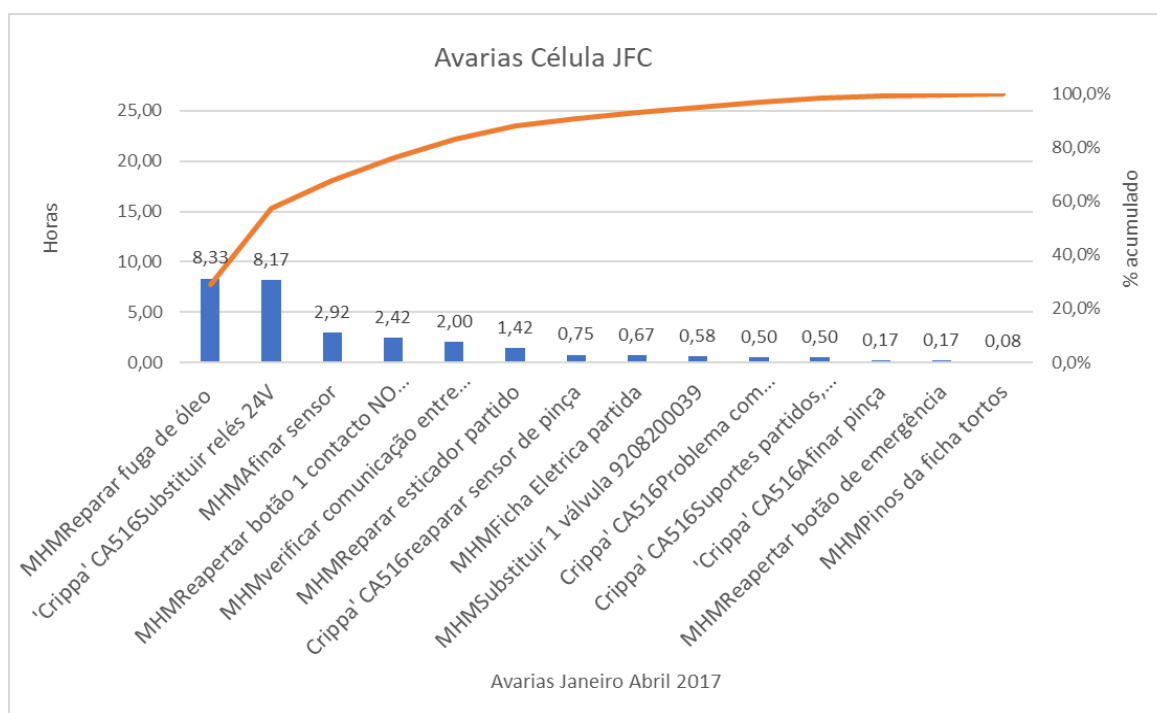


Figura 72 Paragem da célula JFC por avaria, entre Janeiro e Abril

Analisando a Figura 72 e a Tabela 15 (ANEXO D), podem-se verificar quais foram as principais causas e frequência das avarias. Verifica-se que 80% do tempo de avaria se deveu a fugas de óleo e a avaria elétrica na máquina Crippa 516, sendo que, o elevado período de paragem no mês de abril se deveu a uma única avaria por causada por uma fuga de óleo, em que a intervenção foi de aproximadamente 8 horas.

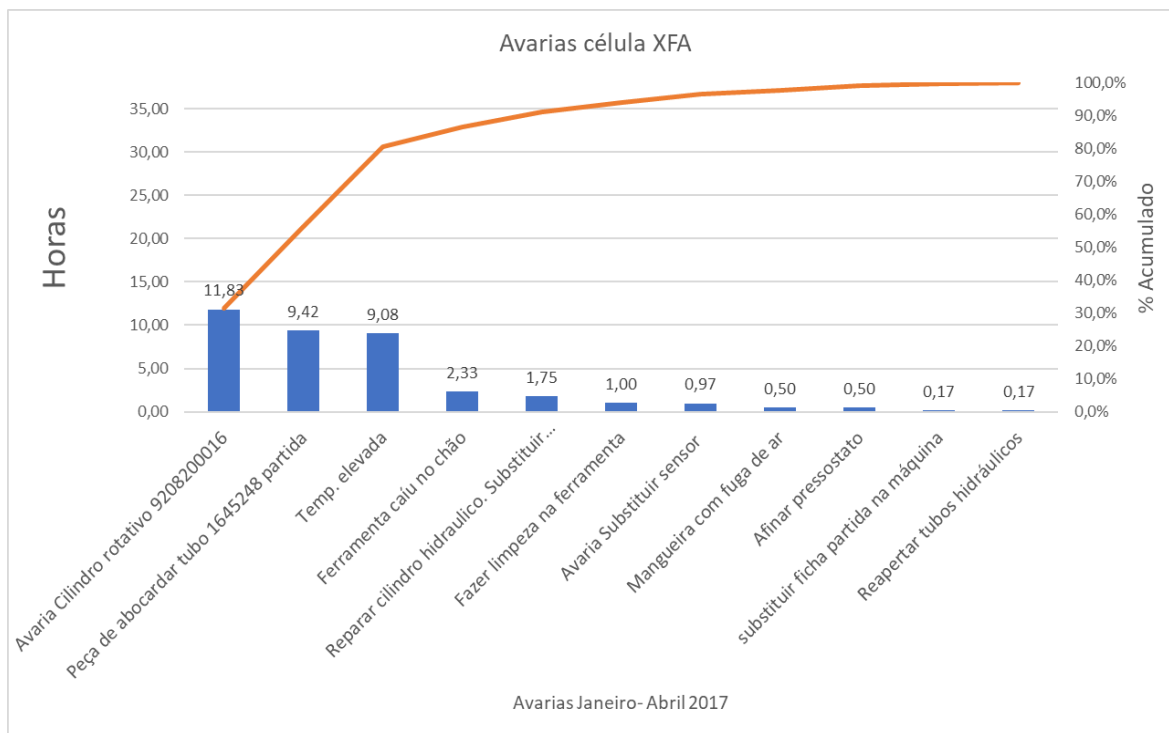


Figura 73 Paragem da célula XFA por avaria, entre janeiro e abril

Na Figura 73, 80% das avarias são devido a avarias nos cilindros rotativos do transfere, matrizes da ferramenta 7000000978 (ANEXO A) partidas e temperatura do óleo elevada. Todas estas avarias ocorrem com alguma frequência e entre janeiro e abril causaram aproximadamente 30 horas de paragem não programada.

4.4.5 Task-force XFA&JFC

Foi criada uma equipa multidisciplinar, com o objetivo de melhorar os processos de fabrico dos “projetos automóvel”. Essa equipa é constituída por elementos da direção industrial, o diretor de produção, um técnico de manutenção e um da industrialização, o coordenador de projeto, o responsável de Qualidade e fornecedor Ihardun (com colaboração remota).

De seguida foi definido um plano de ações pelo piloto da reunião (neste caso era o coordenador de projetos automóvel), com as tarefas e respetivo prazo para as realizar, como é apresentado no Anexo E. O plano de ações é um documento composto por 7 colunas com o objetivo de responder a várias questões: O que? Quem? Quando? Onde? Porque? Como? e quanto Custa?

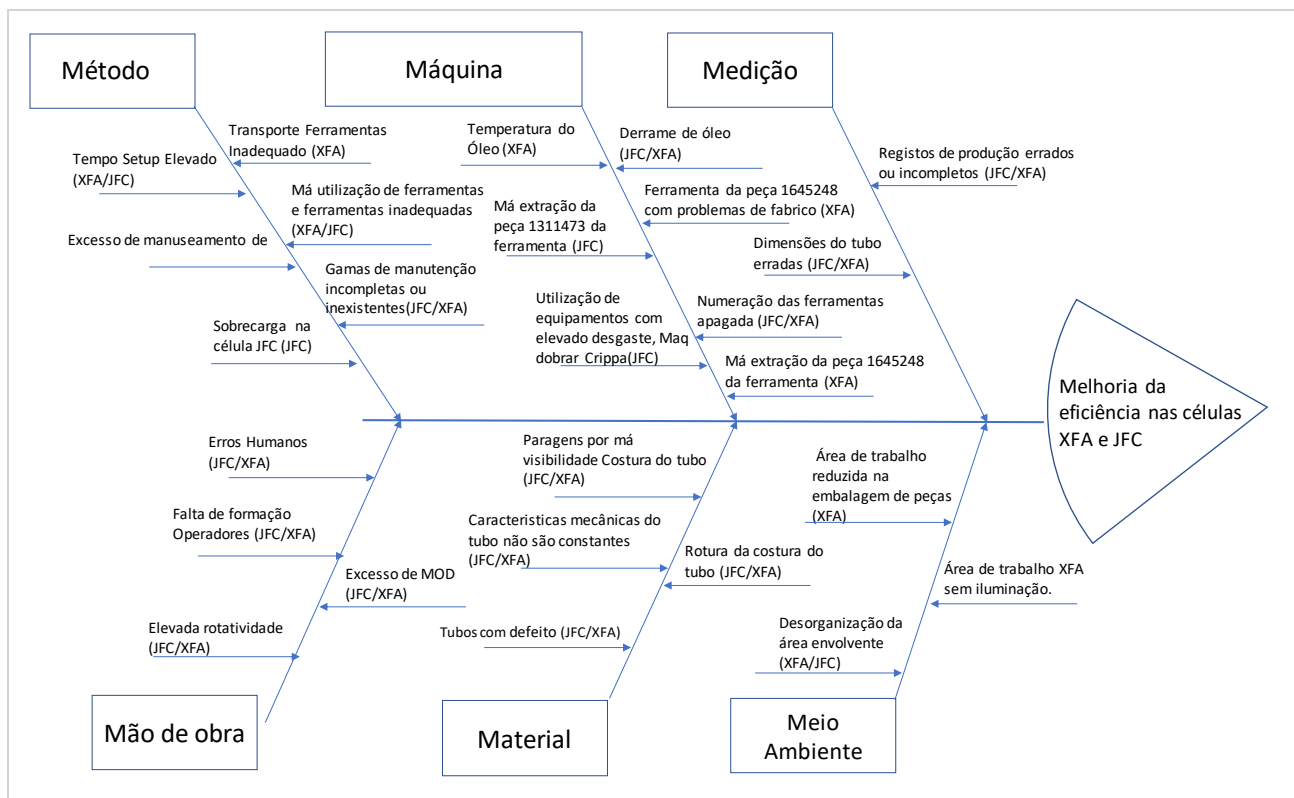


Figura 74 Diagrama Ishikawa: Melhoria de Eficácia das células XFA e JFC

Na Figura 74 representa-se o diagrama de *Ishikawa*, com as possíveis causas que a equipa considerou como sendo as causas principais. Em seguida, definiu-se as ações de melhoria e quais os planos para implementação.

Dos pontos analisados no diagrama de *Ishikawa* (Figura 74) decidiu-se apresentar propostas de melhoria para os seguintes pontos:

- Falta de identificação nas mangueiras das ferramentas;
- Má extração da peça 1311473;
- Transporte de peças inadequado na célula XFA;
- Ferramenta 7000000978 (Peça 1645248) com problemas de fabrico;
- Temperatura do óleo Elevada;
- Falta de formação Operadores;
- Gamas operatórias desatualizadas ou inexistentes;
- Derrame de óleo (Células JFC/XFA)
- Excesso manuseamento das pinças;

É preenchido um plano de ações, com as tarefas e respetivo prazo para as realizar, como é mostrado no Anexo E.

4.5 Visão

A melhoria do processo é uma tarefa árdua em que é necessário um grande esforço para conseguir atingir com sucesso os objetivos pretendidos. De modo a melhor entender o propósito das ações de melhoria e a traçar com clareza o caminho a percorrer foi traçada uma estratégia, para que uma oportunidade de melhoria se transforme numa melhoria do processo.

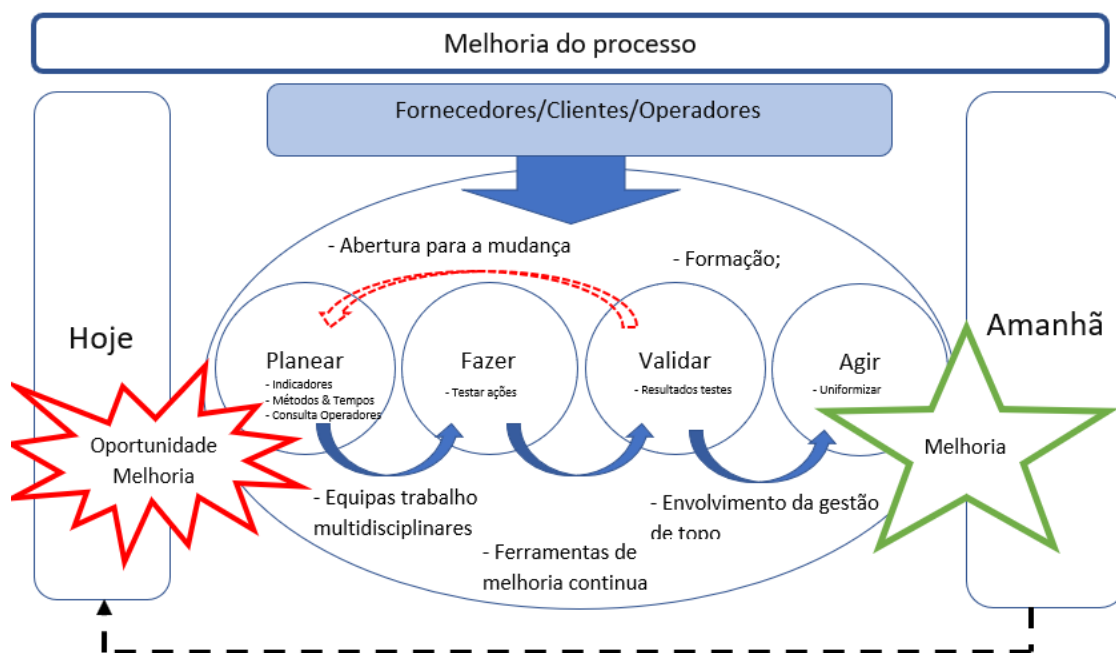


Figura 75 Visão para a melhoria do processo

A visão traçada na Figura 75, teve como base o conceito, " *...como sou hoje e como quero ser amanhã?*". Neste sentido, quando se observa e analisa um processo e se identifica uma oportunidade de melhoria, pode-se dar início ao processo de melhoria contínua utilizando para isso o princípio do ciclo PDCA, com o objetivo de planejar, testar, validar e melhorar continuamente o nosso processo.

A estratégia contempla o envolvimento de uma equipa multidisciplinar, formada por elementos dos departamentos da produção, manutenção, I&D, qualidade, comercial e fornecedores, contando também com o apoio da gestão de topo e cliente.

É efetuada uma caracterização das oportunidades de melhoria utilizando-se para isso as ferramentas de qualidade, identificando-se depois as ações a testar. Na fase de teste é necessário criar condições para envolver os operadores dando-lhes formação de modo a que se adaptem a novos métodos e que ganhem motivação também pela melhoria contínua.

A validação das ações implementadas em teste é efetuada através dos resultados obtidos (indicadores, consulta dos operadores e relatórios de ensaios) pela equipa de

trabalho. Após a sua validação a equipa de trabalho toma medidas para agir de modo a uniformizar as ações a outros locais onde se possam aplicar e que tragam mais valias aos processos.

Esta estratégia permite que a melhoria contínua esteja sempre presente nos processos e pessoas uma vez que o nosso dia “Amanhã” se vai tornar o dia “Hoje”, e assim podemos identificar novas oportunidades de melhoria.

4.6 Projeto de Melhoria

As ações de melhoria, dos problemas identificados anteriormente, propuseram-se na reunião de melhoria de processo à equipa responsável pela melhoria de processo. Nesta reunião as ideias foram discutidas relativamente ao modo de funcionamento, aplicação, e quanto aos resultados a atingir. A importância de se fazer o planeamento das ações de melhoria com uma equipa multidisciplinar é a de que cada um tem o seu ponto de vista acrescentando, por isso, ideias novas e mais valias a eventuais soluções de melhoria, sendo muitas vezes, as ideias apresentadas aprimoradas e alvo de pequenas alterações que permitem alcançar outros objetivos e até ser aplicadas em outras situações. Como também poderão cair por terra se forem apresentados argumentos em como a melhoria não irá ter impacto no processo ou então não ser exequível. No anexo E, apresenta-se o relatório de uma reunião com as ações de melhoria a aplicar no processo XFA e JFC.

Seguem-se as ideias de melhoria propostas, com indicação da metodologia de aplicação e quais os resultados esperados para essa melhoria.

1. Identificação de mangueiras de ferramentas de conformação nas células JFC e XFA

A identificação das mangueiras hidráulicas faz-se de uma forma muito morosa, isto porque a identificação das mangueiras está degradada e difícil de identificar (Figura 77). Em algumas situações o operador instala as mangueiras, e necessita de ir ao painel de controlo realizar o avanço do cilindro para verificar a posição da mangueira é a correta. No caso de a sua posição ser errada volta a realizar o procedimento até encontrar qual a tomada correta. A solução proposta para a resolução deste problema é a identificação das mangueiras hidráulicas com um sistema de cores e números. Com este tipo de identificação visual, rapidamente se faz corresponder a cor de uma mangueira à respetiva tomada correspondente, confirmando através do número a sua correta colocação.



Figura 77 Disposição tomadas hidráulicas com mangueiras sem identificação

52	51	64	63	1A1	1B1	12A1	12B1
54	53	66	65	2A2	2B2	11A2	11B2
56	55	68	67	3A3	3B3	10A3	10B3
58	57	70	69	4A4	4B4	9A4	9B4
60	59	72	71	5A5	5B5	8A5	8B5
62	61	74	73	6A6	6B6	7A6	7B6

Figura 76 Etiquetas para mangueiras de ferramentas hidráulicas

No caso das ferramentas da MHA cada etiqueta é composta por um número e por duas cores, que correspondem cada uma a uma entrada/saída, igualmente identificadas.

Na *MHM*, uma vez que a nomenclatura é mais simples e as entradas e saídas da máquina estão bem identificadas optou-se por identificar apenas por uma etiqueta, cor branca, com um número correspondente à entrada/saída.

O objetivo desta ação é eliminar o tempo perdido na ligação das mangueiras ao grupo hidráulico, reduzindo-se o tempo de procura das mangueiras e eliminando-se as deslocações ao painel de controlo da máquina para verificar se é a mangueira correta.

2. Derrame de óleo nas células JFC e XFA

Ao ligar/desligar as mangueiras escorre óleo da máquina levando à acumulação de sujidade nas ferramentas e na máquina e desperdício de óleo.

A presença de óleo, um pouco por toda a máquina, leva a perdas de tempo na limpeza das ferramentas e durante a manipulação das ferramentas e aumento de paragens para limpeza de limalhas nas ferramentas (uma vez que o óleo dificulta a saída de limalhas resultantes do processo), tendo assim uma grande influência nos tempos de *Setup* e nas paragens não programadas dos processos.



Figura 78 Derrame de óleo MHM

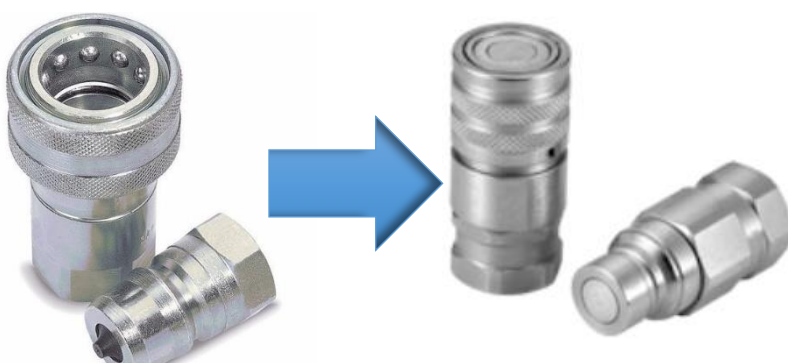


Figura 79 Engate rápido hidráulico: à esquerda engate normal, à direita engate de face plana

Com a substituição de tomadas “*hidráulicas normais*” por “*tomadas hidráulica de face plana*”, elimina-se o vazamento de óleo, reduzindo significativamente a sujeira na máquina. Importa assinalar uma outra vantagem, que é a de remoção fácil com apenas uma mão (PCL, 2013), o que permitirá ao operador efetuar a tarefa de forma mais simples e rápida. Para se realizar a substituição total de todas as tomadas são necessárias 60 unidades de engates rápido fêmea e 48 unidades de engates rápido macho.

Além desta melhoria é importante manter a máquina limpa e isenta de óleo, de modo a que no caso de fugas, se possa visualizar rapidamente e corrigir a situação.

3. Má extração de peça 1311473

Foi identificado como um problema na ferramenta da referência 1311473, que reduz a capacidade de produção uma vez que se precisa de recorrer ao semi-pórtico (Figura 56) para remover cada peça que seja conformada na ferramenta. Este problema é originado pela peça que após ser conformada, fica muito justa na zona de estampagem na ferramenta 7000000882.

Atualmente, o sistema de extração composto por um cilindro compacto de curso 160 mm e por 2 punções de 200 mm que extraem a peça, contudo não é suficiente para o operador conseguir retirar a peça da ferramenta manualmente, ficando esta presa por aproximadamente 80 mm.

É necessário aumentar o sistema de extração para que tenha um curso de 250mm, de modo a que o tubo ultrapasse a zona de estampagem.

As ações a desencadear para eliminar a necessidade de extração através do semi-pórtico, são:

1. Adquirir um cilindro compacto com curso de 250 mm (Festo DNC-63-250-PPV-A) e dois punções de cabeça cilíndrica com $\varnothing 10$ mm por 300 mm comprimento;
2. Substituir os componentes, enunciados do ponto 1, pelos que se encontram na ferramenta e aumentar altura do carro de transporte da ferramenta 7000000882 em 100 mm, uma vez que o cilindro novo é maior;

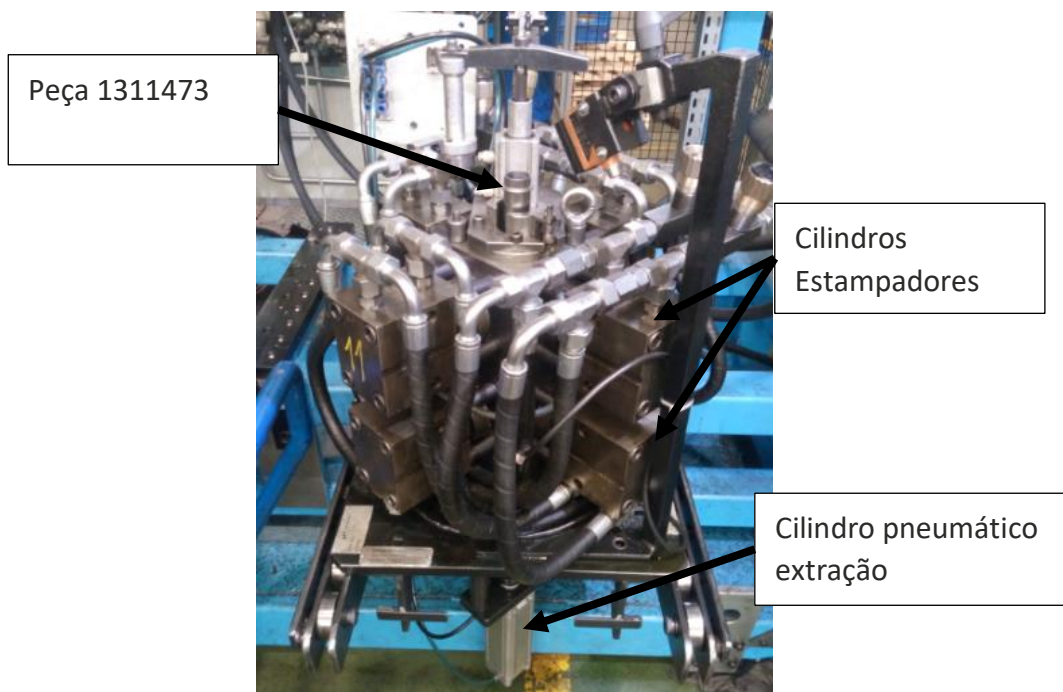


Figura 80 Ferramenta de conformação 7000000882 da peça 1311473

4. Transporte de peças inadequado das ferramentas na célula XFA

A necessidade de melhorar o sistema de transporte das ferramentas é fundamental para se conseguir reduzir os tempos de *Setup*. Atualmente o transporte é realizado através de carros dedicados a cada uma das ferramentas, contudo, existem grandes dificuldades para os movimentar devido ao volume e ao peso das ferramentas.

Durante o *Setup* de troca de ferramentas são necessárias 2/3 pessoas e em alguns casos, é preciso auxílio do empilhador para realizar a trasfega do carro de armazenamento para a máquina.



Figura 81 Ferramenta para rotação dos rodízios dos carros de ferramentas

A instalação de um equipamento de elevação e transporte de cargas (Figura 82) é essencial para conseguir manobrar estas ferramentas, de forma rápida e em segurança, bastando apenas 1 operador para montar todas as ferramentas na máquina, evitando assim os tempos de espera que atualmente causam tempos de paragem elevados.



Figura 82 Ponte rolante Konecranes 5T

5. Excesso manuseamento das pinças na MHA na célula XFA

As faltas de pinças, de manipulação, para as diferentes ferramentas levam a um maior desgaste dos componentes e por vezes a avaria das peças. Como se pode observar na Figura 83, tem-se dois exemplos de desgaste de peças que ocorrem e que fazem aumentar o tempo de paragem não programadas.

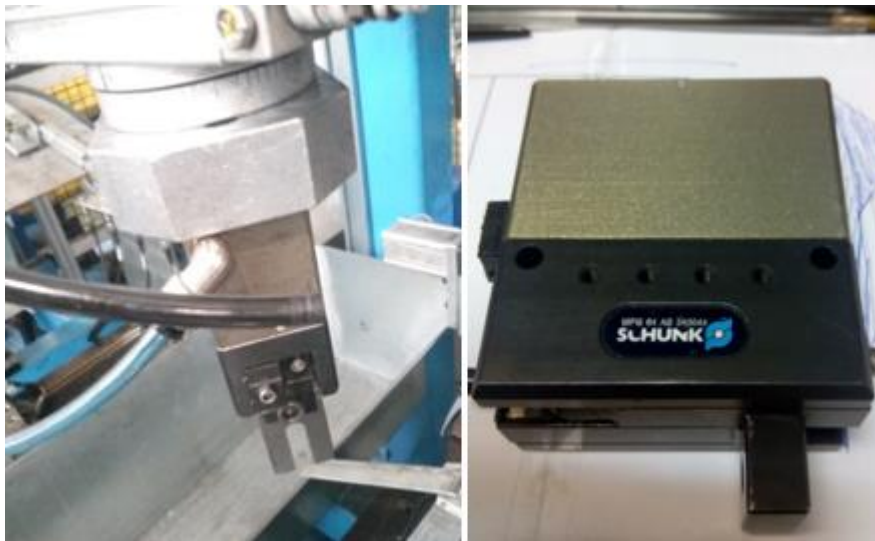


Figura 83 Tubo pneumático com desgaste(esquerda), pinça partida (direita)

Na troca de ferramentas evidencia-se também um enorme período de tempo gasto na montagem das pinças, uma vez que, é necessário trocar peças de pinças entre ferramentas para obter conjuntos completos (Figura 84). Esta situação verifica-se sempre que se troca de referência de peça.



Figura 84 Pinça esquerda com falta de mordentes e tubos de ar comprimido

A aquisição de pinças e mordentes novos são essenciais para eliminar as paragens relacionadas com avarias pneumáticas e com os tempos de *Setup* prolongados devido à desmontagem das pinças de uma referência para dar lugar a produção de outra referência.

De modo a simplificar e a eliminar marcas devido a constante manipulação dos tubos de ar comprimido (Figura 83) apresenta-se, na Figura 85, uma solução que permite também remover as pinças sem necessidade de desligar o ar comprimido.



Figura 85 Acoplamentos SMC S KKA de ar comprimido

Para implementar esta solução é necessário a aquisição de 20 unidades de acoplamentos macho e 40 unidades de acoplamentos fêmea.

Assim, com todos os conjuntos montados e com o sistema de engate rápido de ar comprimido, permitirá reduzir o tempo de *Setup* para troca das pinças da máquina.

6. Temperatura do óleo Elevada na célula XFA

Durante o seu funcionamento o óleo da MHA, aumenta durante o seu funcionamento chegando a sua temperatura a atingir os 60°C. Quando ocorre este fenómeno a máquina desliga o grupo hidráulico até baixar a temperatura do óleo.

Este problema ocorre nas referências de maior cadência de peças, e onde existem ferramentas com maior número de cilindros hidráulicos em funcionamento sendo um dos principais motivos de paragens, como se pode verificar na Figura 73.

Este é um problema de conceção do equipamento, que compromete o bom funcionamento do equipamento. Provoca paragens longa duração e leva a constantes ajustes dos programas das ferramentas devido á variação da viscosidade do óleo com o aumento da temperatura. O caudal de óleo que vai à unidade de refrigeração é enviado pelo escape da bomba hidráulico o que não é suficiente para o refrigerar em situações de maior esforço.

Para garantir a boa refrigeração do óleo, é necessário fazer com que o caudal de óleo do retorno das ferramentas, passa pela unidade de refrigeração antes de ir para o reservatório de óleo.

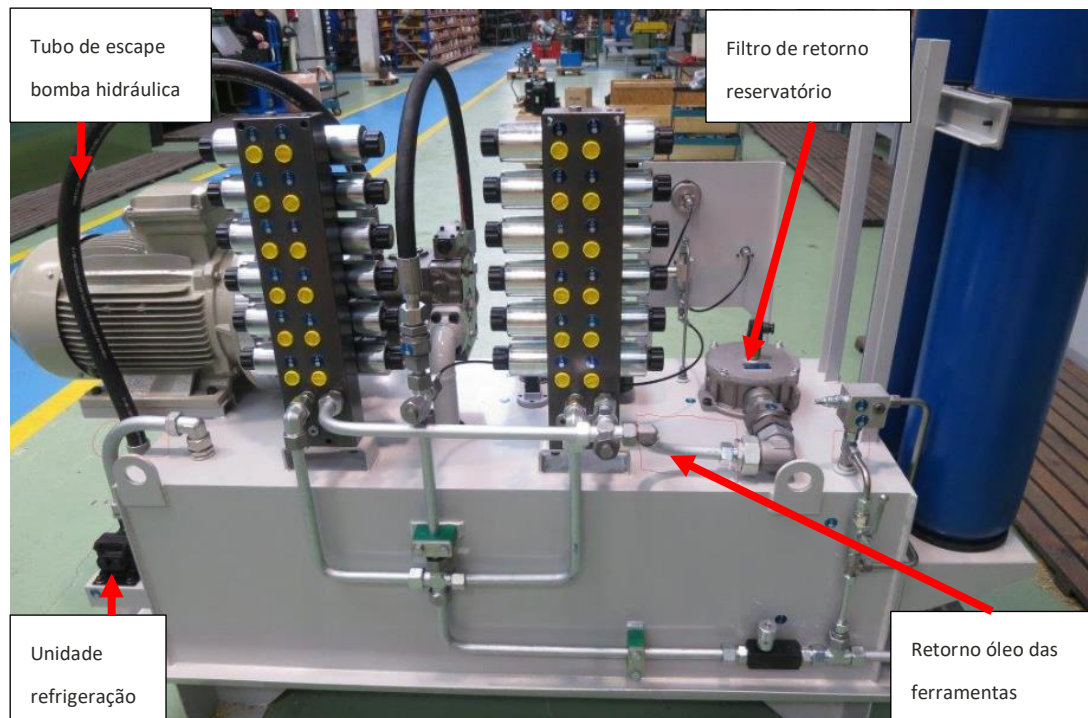


Figura 86 Unidade hidráulica da MHA

O contacto com o fornecedor do equipamento é essencial para a resolução deste problema, uma vez que é necessário fazer alterações e verificar se a unidade de refrigeração tem capacidade para refrigerar o óleo ou se também tem de ser substituída. Uma vez, apresentado o problema ao fornecedor, respondeu com aquilo que era a solução técnica para solução do problema (Figura 87).

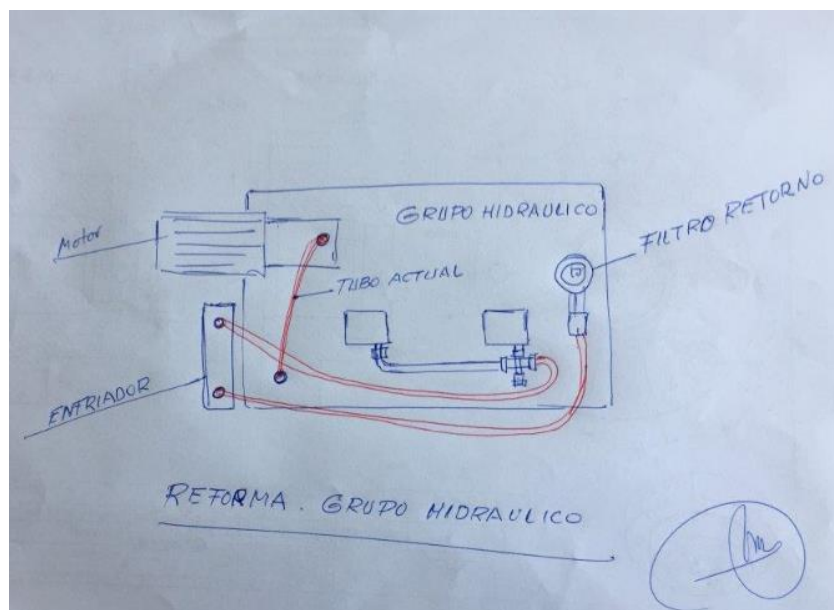


Figura 87 Esquema para melhoria do grupo hidráulico, aprovado pela Ihardun

7. Formação dos operadores

Durante a observação do processo, foi possível identificar a falta de documentação relativa a gamas operatórias para manutenção das ferramentas. Estas instruções são importantes para que o operador tenha acesso ao procedimento de como realizar a manutenção de 1º nível.

A execução de gamas operatórias deve contemplar uma formação a todos os operadores de modo a que fiquem sensibilizados para as ações que devem executar, percebendo também a sua importância para o processo. Devem também ser fornecidas todas as ferramentas que sejam especificadas nas gamas operatórias de modo a que os operadores têm os meios para executar as tarefas.

Uma outra lacuna é a falta de conhecimento, na equipa de manutenção, em hidráulica. Sendo o sistema hidráulico um dos principais sistemas destes equipamentos, é essencial que existam técnicos com formação adequada em hidráulica para que possam intervir mais precisão e eficácia em situações de avaria e desenvolver competências para efetuar ações de melhoria no processo.

8. Avaliação da Aplicação da Metodologia SMED na Célula XFA

Sabendo que a ferramenta da referência 1645248, apenas trabalha em modo semiautomático, não necessita do sistema de transfere, é possível instalar a ferramenta na lateral da MHA (Figura 88).

Com a instalação de uma nova bancada de trabalho, respetivos sistemas de alimentação elétrico, pneumático e hidráulico) e de um sistema de segurança em paralelo, é possível realizar a instalação das ferramentas ao mesmo tempo que a máquina se encontra a produzir a referência 1645248.

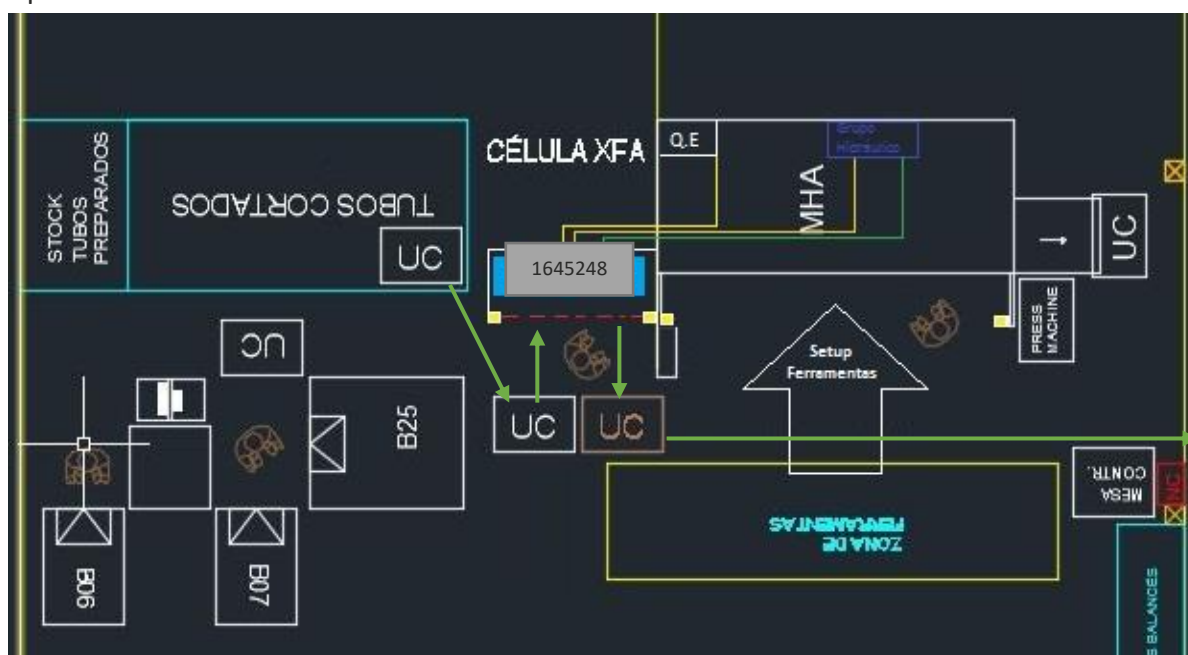


Figura 88 Proposta melhoria para novo posto de trabalho na máquina Ihardun015

Desta forma, podem-se realizar tarefas de Setup nas referências que trabalham com o sistema de transfere, enquanto se processam tubos em semiautomático, para os casos em que se montar uma ferramenta enquanto se produz a referência 1645248. Tem-se, portanto, uma passagem de tarefas associadas ao Setup interno para o Setup externo (Figura 89).

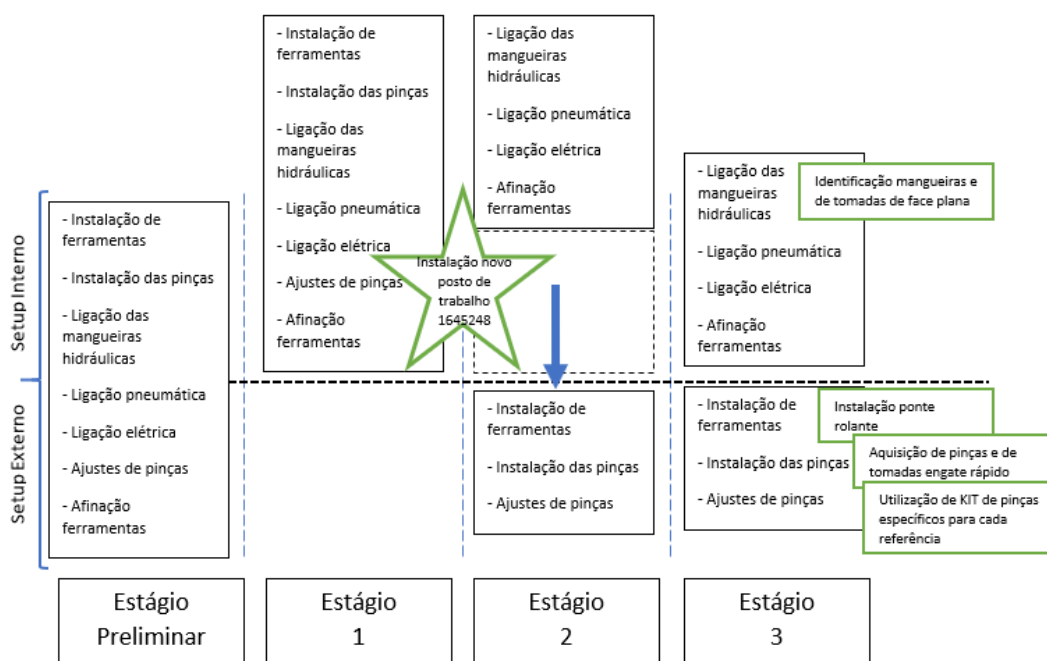


Figura 89 Proposta SMED para célula XFA

Contudo as atividades internas abordadas acima, devido às propostas de melhoria aqui apresentadas nos pontos 1 e ponto 5, seriam realizadas de forma mais célere, reduzindo assim o seu tempo de *Setup*.

Esta bancada permitirá à MHA, também, ter condições para produzir a referência 1311473. A transferência da referência 1311473, da máquina MHM para a MHA, seria possível uma vez que as ferramentas trabalham em semiautomático e a MHA, segundo fabricante, é compatível com a ferramenta.

Assim se transferirmos, 50% da produção para a célula XFA teremos maior disponibilidade na célula JFC como se pode ver na Figura 90 e Figura 91.

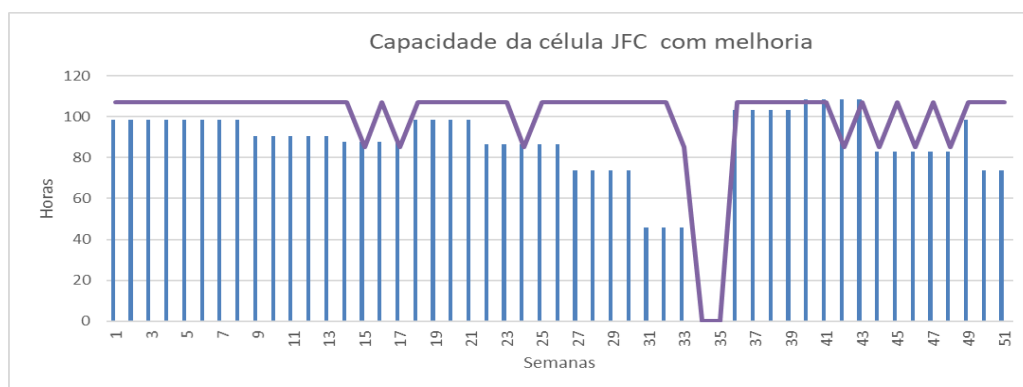


Figura 90 Capacidade da célula JFC após melhoria

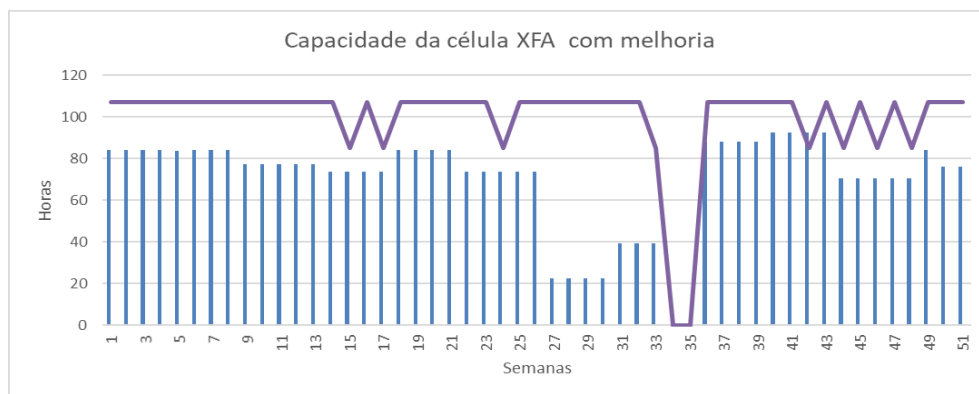


Figura 91 Capacidade da célula XFA após melhoria

Para desenvolver esta melhoria é necessário o envolvimento da Ihardun, uma vez que é necessário criar uma nova bancada e proteções, projetar o sistema de segurança para o novo posto de trabalho, elaborar novos programas para produzir a referência 1311473.

Uma outra vantagem desta proposta de melhoria, é que em caso de avaria de uma ferramenta, por falta de matéria prima ou uma outra situação que impeça a ferramenta de trabalhar, pode-se rapidamente produzir outra referência.

4.7 Implementação do Projeto de Melhoria

A proposta de melhorias apresentadas tem como intuito responder ao objetivo inicial, que consistia na melhoria da eficiência do processo.

Na célula JFC, identificou-se como principal problema a sua elevada carga de trabalho como um dos fatores, de possíveis atrasos na entrega de peças. A análise da célula permitiu identificar oportunidades de melhoria que aumentassem o rendimento da célula (Melhoria da extração da peça 1311473), identificação das mangueiras para redução do *Setup* e a redução do óleo na máquina para evitar paragens para limpeza, e desperdício de óleo hidráulico.

Na célula XFA, identificou-se como maior problema o elevado tempo de *Setup* para instalação das ferramentas. Foram identificadas muitas oportunidades de melhoria de modo a aumentar a eficiência desta célula.

As propostas de melhoria têm como objetivo a redução dos tempos de *Setup* medidos, para os que são definidos pelas fichas de *Setup* (Tabela 4) e também a redução dos tempos de paragem não programadas.

Para reduzir o tempo de *Setup*, destacam-se as atividades de instalação de uma ponte rolante, a elaboração de Kit's de pinças para cada referência e a identificação das mangueiras.

A elaboração de um novo posto de trabalho na MHA, permitirá reduzir tempos de Setup e ao mesmo tempo ser uma opção para a produção da referência 1311473, que até ao momento só se produzia na célula JFC.

Após a identificação das oportunidades de melhoria segue-se a fase de implementação das melhorias para que depois de faça a verificação da sua eficácia na resolução dos problemas identificados.

As várias propostas de melhoria foram apresentadas ao grupo de trabalho, *Task force JFC&XFA*, que as validou e integrou no PDCA como se pode verificar na Tabela 17, do ANEXO E, as ações correspondentes aos pontos 4, 5, 6, 7,8 e 10. Atribuídas as ações aos seus responsáveis, iniciou-se a implementação das respetivas ações.

Na Figura 94 identifica-se um de 4 suportes que se desenvolveram para aplicar as etiquetas nas colunas hidráulicas da MHA. Nas Figura 93 e Figura 92 observam-se as identificações das mangueiras e das entradas e saídas hidráulicas da MHA.



Figura 94 Suporte etiquetas de identificação MHA



Figura 93 Suporte com etiquetas de identificação MHA



Figura 92 Identificação das mangueiras de ferramentas

O aumento do sistema de extração foi outra das medidas implementadas, tal como é mostrado na Figura 95. Como se pode verificar, colocou-se um cilindro pneumático com maior curso, mais 100 mm que o cilindro anterior, sendo necessário aumentar a altura do carro de transporte e também os suportes que fixam o cilindro.

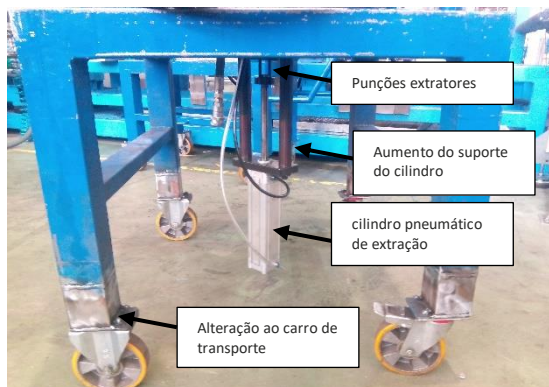


Figura 95 Modificação da ferramenta 7000000882 e do carro de transporte

A aquisição de novas pinças e execução de novos mordentes, foi outra das ações que se implementou, como se pode ver na Figura 96. Foram adquiridas 15 novas pinças para montar nas ferramentas em que estão em falta.



Figura 96 Pinças e mordentes novos para sistema transfe MHA

A alteração do sistema de refrigeração, resolveu-se através da instalação de um KIT para alteração do circuito de óleo da máquina (Figura 97). O circuito hidráulico foi alterado de acordo com o esquema da Figura 87.



Figura 97 Kit para alteração do sistema de refrigeração MHA

A aquisição de uma ponte rolante para manipulação da ferramenta da célula XFA foi também implementada como se pode ver na Figura 98. Adquiriu-se uma ponte rolante de 5 toneladas e de 8 metros de largura.



Figura 98 Ponte rolante de 5 toneladas célula XFA

Testou-se também a se era exequível produzir a referência 1311473 na MHA, que se revelou ser possível, como se mostra na Figura 100 e Figura 101. A adaptação destas ferramentas na MHA necessitou da intervenção do fornecedor, Ihardun, e da elaboração de um adaptador uma vez que as tomadas de ar comprimido têm ligações diferentes na MHM (Figura 99).

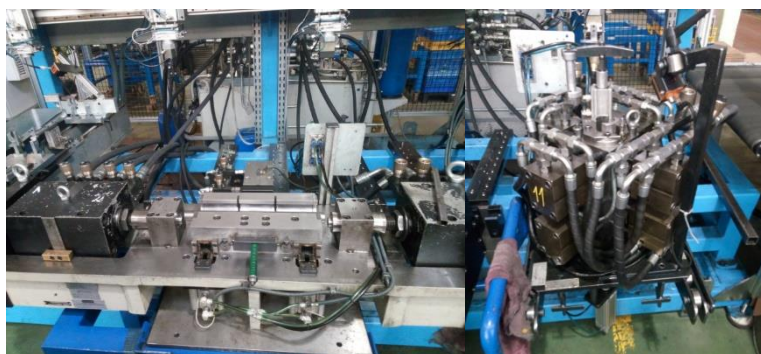


Figura 100 Ferramenta 7000000881 montada na MHA

Figura 101 Ferramenta 7000000882 montada na MHA



Figura 99 Adaptador pneumático para ferramentas da referência 1311473 na MHA

Das medidas propostas a maioria está implementada, contudo existem algumas medidas que estão em fase de planeamento ou a aguardar a chegada de peças.

A medida de aplicação das tomadas hidráulicas de face plana (Figura 79) e a de aplicação das tomadas de ar comprimido (Figura 85), encontra-se na fase de aquisição dos componentes, estando por isso a aguardar a sua receção para serem aplicadas.

Na proposta de formação aos colaboradores, prevista no plano de ações, contemplou-se duas formações, uma externas e uma interna. A formação interna aos operadores incide sobre a atualização das gamas operatórias, que o departamento de manutenção e industrialização se encontram a desenvolver. A formação externa sobre hidráulica, está a ser seguida pelo departamento de recursos humanos encontrando-se também a aguardar aprovação pela direção industrial.

No PDCA (Anexo E) ponto 10, pode-se verificar o ponto de situação para a elaboração do novo posto de trabalho e para reparação da ferramenta 1645248, foi solicitado um orçamento à Ihardun e a fornecedores locais. Esta medida aguarda a aprovação dos orçamentos, dada pelo departamento de industrialização.

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÕES

5.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTURO

5 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÕES

A competitividade, dinâmica, tecnologia que a Sunviauto dispõe, o sector (automóvel) no qual a empresa que atua e o trabalho em ambiente industrial serviram como mote para a elaboração do estudo destas células de fabrico, que evidenciavam grandes ineficiências no seu processo.

O estudo e análise dos processos de fabrico das células XFA e JFC, permitiram confirmar e identificar e quantificar as ineficiências e os desperdícios de uma forma organizada segundo a visão *Lean* e de acordo com a metodologia PDCA.

Durante a fase de estudo e análise verificaram-se algumas dificuldades na obtenção de informação e na qualidade da informação recolhida, uma vez que muitas das vezes os registos de produção estavam por preencher ou a informação contida neles não era coerente. O acompanhamento da produção, foi realizada apenas nos dois primeiros turnos o que não permitiu que se retirassem ilações quanto aos procedimentos que o terceiro turno utiliza, uma vez que a empresa trabalha com três turnos de trabalho.

No decorrer do caso de estudo verificou-se a importância da aplicação das ferramentas de qualidade, uma vez que através destas conseguiu-se compreender e identificar as causas dos problemas. Uma outra mais valia foi a interação com os operadores, uma vez que através do seu conhecimento e experiência do processo conseguiram-se obter informações importantes para a resolução dos problemas. A integração na equipa de melhoria continua, task-force, foi muito importante no decorrer do trabalho, uma vez que tive oportunidade de expor as oportunidades de melhoria identificadas neste estudo.

Os objetivos inicialmente definidos no inicio deste estudo foram concluídos com sucesso, uma vez que foram apresentadas as propostas de melhoria que permitem aumentar a eficácia das células de fabrico, nomeadamente através da redução dos tempos de Setup e aumento da capacidade de produção das células de fabrico. Estas propostas foram validadas pelo grupo de trabalho, Task-force, que as integrou seu plano de ações e iniciaram a sua implementação.

5.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTURO

A análise e identificação de oportunidades de melhorias foi o objetivo definido no início deste estudo. Uma vez validadas as propostas de melhoria, será importante dar continuidade ao ciclo *PDCA*, iniciado neste projeto. Sendo que, as próximas fases são a implementação das ações de melhoria, verificação e validação dos resultados para que depois se possa estender a outros processos as ações implementadas e validadas.

No seguimento do estudo que se efetuado existem ainda oportunidades que foram identificadas, de modo a dar continuidade às ações já identificadas, são elas:

- Continuação da metodologia SMED, desenvolver sistemas de fixação rápida para as ferramentas e para as pinças de manipulação.
- Estudo dos tempos e métodos nas células XFA e JFC, nomeadamente no processo de conformação de tubo nas ferramentas em que os operadores trabalham com a máquina em semiautomático (ou manual no caso da célula JFC) e na embalagem das peças. Este estudo teria o objetivo de aumentar a produtividade em ambas as células e a melhoria em termos ergonómicos do posto de trabalho.
- Estudar e aplicar a metodologia 5's (Separação, arrumação, limpeza, higiene, disciplina) nas células de fabrico XFA e JFC. A aplicação da metodologia 5's permitirá aumentar a produtividade, segurança e motivação e satisfação das pessoas com o ambiente de trabalho, através da aplicação de ações que levem à eliminação do que não é necessário para trabalhar, organização e limpeza das células de fabrico e a definição de regras para a normalização dos processos.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Ávila, P. A. d. S. (2010). *Apontamentos: Metodologia de Análise e Melhoria do Processo*.
- Baker, D. A. (2009). *Multi-company project management: maximizing business results through strategic collaboration*: J. Ross Publishing.
- Caetano, T. M. (2015). *MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE EMBALAGEM NUMA EMPRESA DO RAMO AUTOMÓVEL*. (Mestrado), ISEP, Porto.
- César, F. I. G. (2011). *Ferramentas básicas da qualidade*: biblioteca24horas.
- Cunha, O. M. C. (2012). *Implementação da metodologia 5S e análise de Tempos e Métodos numa linha de montagem de carroçarias*. Paper presented at the Implementação da metodologia 5S e análise de Tempos e Métodos numa linha de montagem de carroçarias.
- de Souza, J. M. (2016). PDCA e Lean Manufacturing: Estudo de Caso de Aplicação de Processos de Qualidade na Gráfica Alfa. *Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais*, 17(1), 11-17.
- Application of Value Stream Mapping in Pump Assembly Process: A Case Study 4:162 (2015).
- Eaton, M. (2013). *The Lean Practitioner's Handbook*: Kogan Page Publishers.
- Hansen, R. C. (2001). *Overall equipment effectiveness: a powerful production/maintenance tool for increased profits*: Industrial Press Inc.
- Lins, B. F. (1993). Ferramentas básicas da qualidade. *Ciência da Informação*, 22(2).
- PCL. (2013). PCL Engates rápidos. In PCL (Ed.), *Catálogo Geral*. Brasil.
- Pinto, J. P. (2008). Lean thinking. *Comunidade Lean Thinking*, 1-8.
- Rodrigues, M. V. (2016). *Ações para a Qualidade: Gestão estratégica e integrada para a melhoria dos processos na busca da qualidade e competitividade*: Elsevier Editora Ltda.
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. K. (2010). Quality improvement methodologies—PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1), 476-483.
- Stamatis, D. H. (2010). *The OEE primer: understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability*: CRC Press.
- Sugai, M., McIntosh, R. I., & Novaski, O. (2007). Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gestão & Produção*.
- Walker, R. A., Rego, R. B., DOS SANTOS, M., Pereira, N. R. G., & de Oliveira, K. F. A. *IMPLANTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING: UM ESTUDO DE CASO DA ETAPA DOS 5S*.
- Wilson, L. (2009). *How to implement lean manufacturing*: McGraw Hill Professional.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2010). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*: Simon and Schuster.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *Machine that changed the world*: Simon and Schuster.

ANEXOS

ANEXO A – FERRAMENTAS DE CONFORMAÇÃO DE TUBO DAS CÉLULAS XFA E JFC

ANEXO B – Diagramas de processo

ANEXOS

ANEXO A – FERRAMENTAS DE CONFORMAÇÃO DE TUBO DAS CÉLULAS XFA E JFC

Representa-se abaixo os conjuntos de ferramentas associados a cada uma das referências dos projetos XFA, JFC e PI65. As ferramentas encontram-se dispostas no equipamento tal como a sequência de imagens abaixo

- 1311554

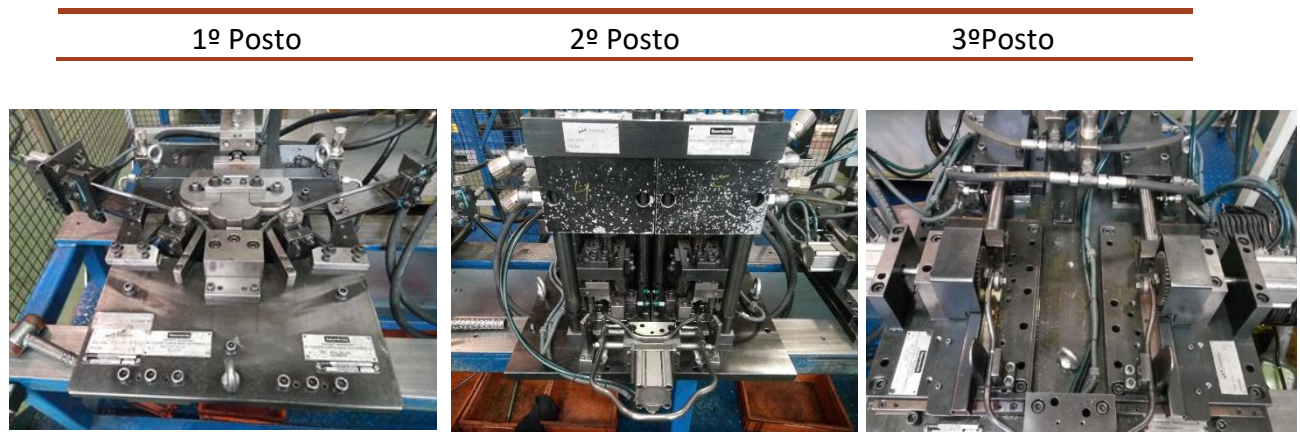


Figura 102 Ferramentas 7000000878 (esquerda), 7000000879 (centro) e 7000000880 (direita)

- 1645276



Figura 103 7000000878 (esquerda), 7000000997 (centro) e 7000000998 (direita)

- 1311473



Figura 104 Ferramentas 7000000881 (esquerda e centro) e 7000000882 (direita)

- 1645248

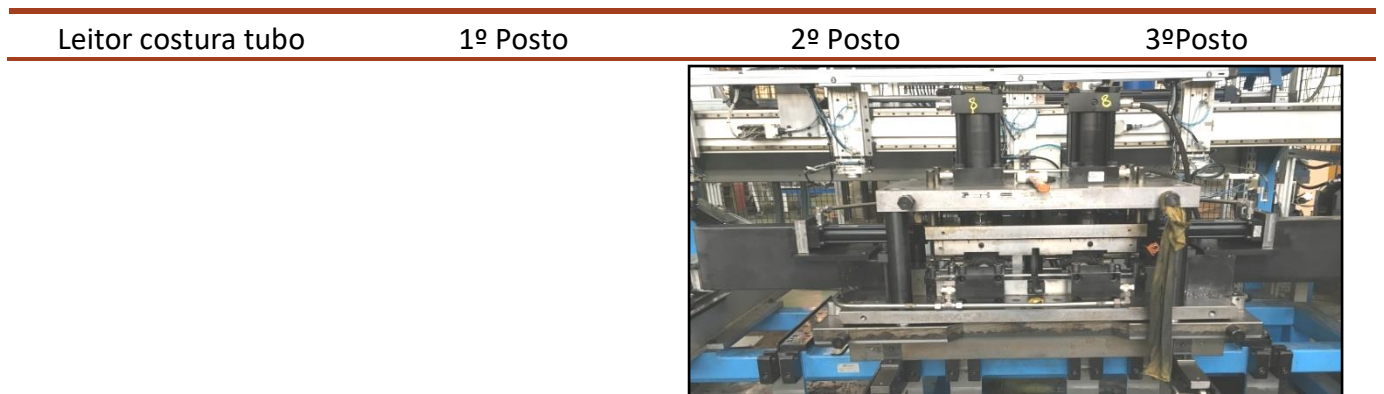


Figura 105 Ferramenta 7000000978(direita)

- 1645247

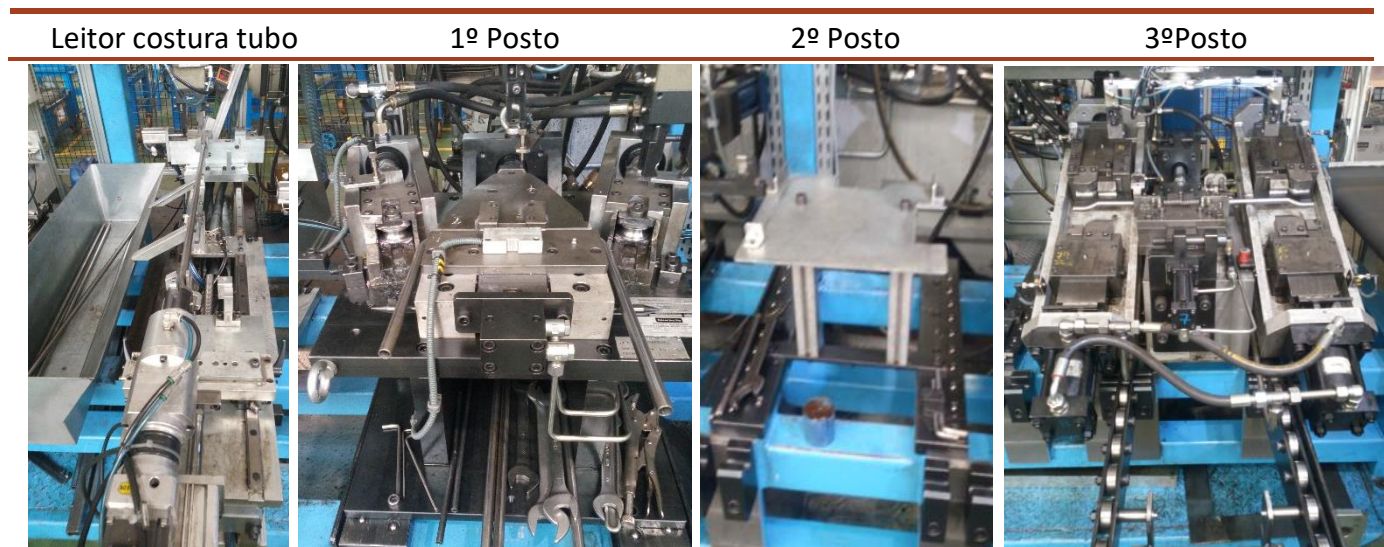


Figura 106 Ferramenta 7000000976 (1º Posto), suporte tubo dobrado (2º Posto) e 7000000977(3ºPosto)

- 1645272

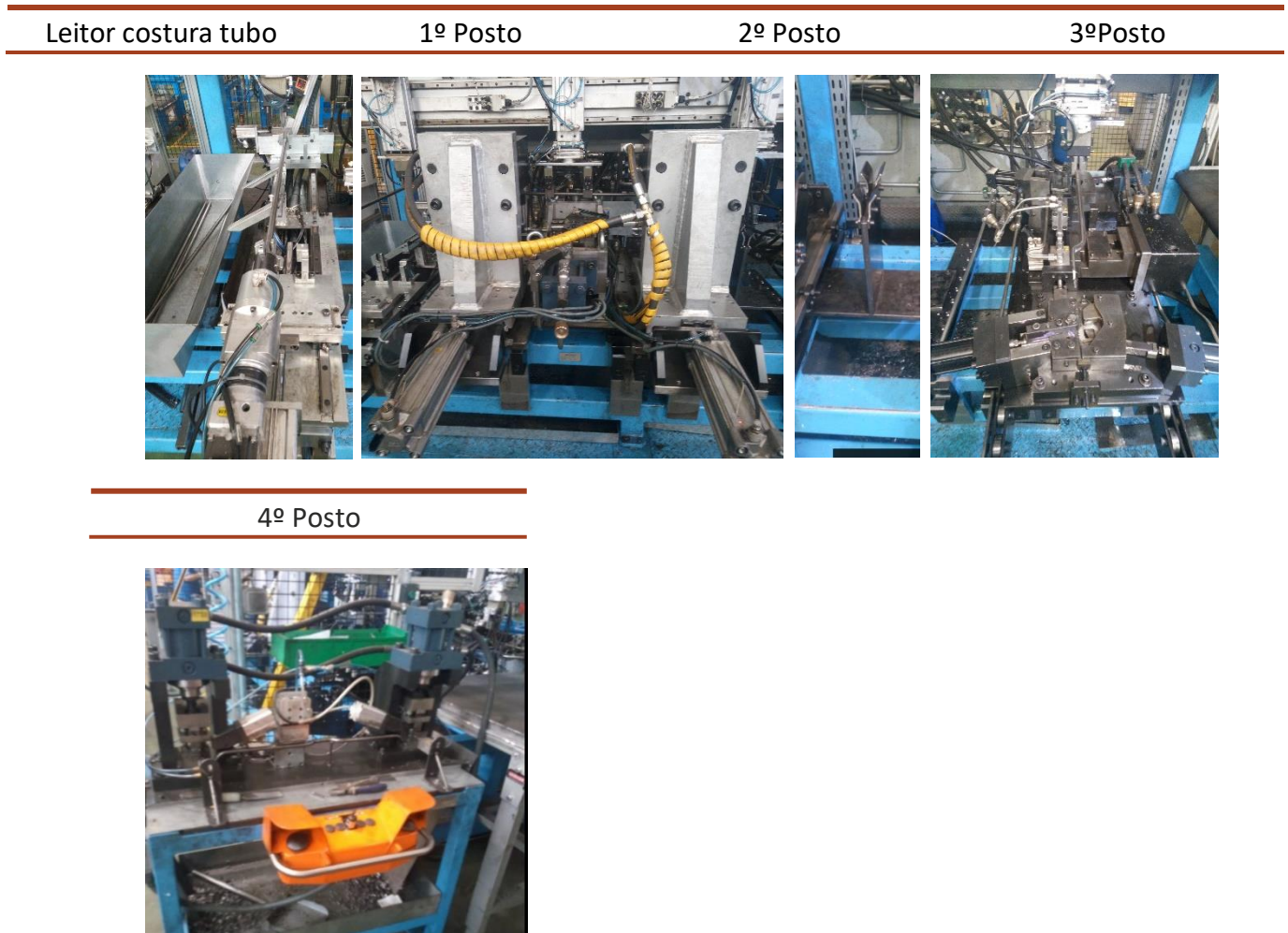


Figura 107 Ferramentas 7000001024 (1ºPosto), suporte peça (2º Posto), 7000001025 (3º Posto) e 7000001026 (4º Posto)

- 1645359

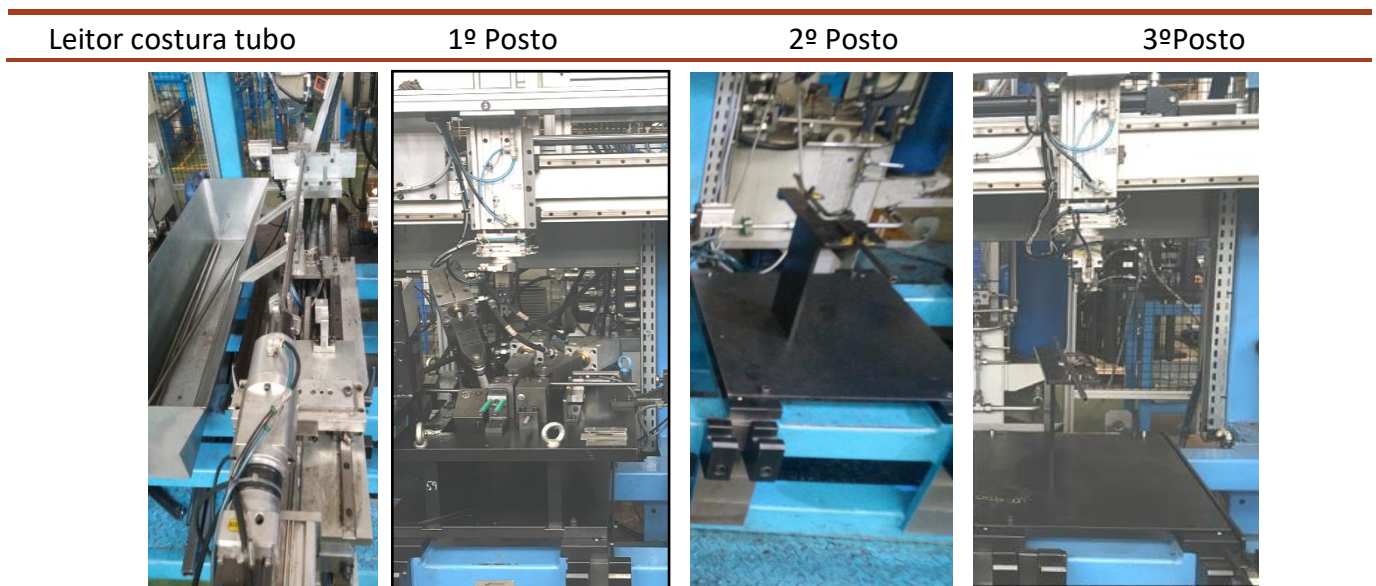


Figura 108 Ferramenta 7000000995 (1º Posto), Suportes tubo (2º e 3º Posto)

- 1645360

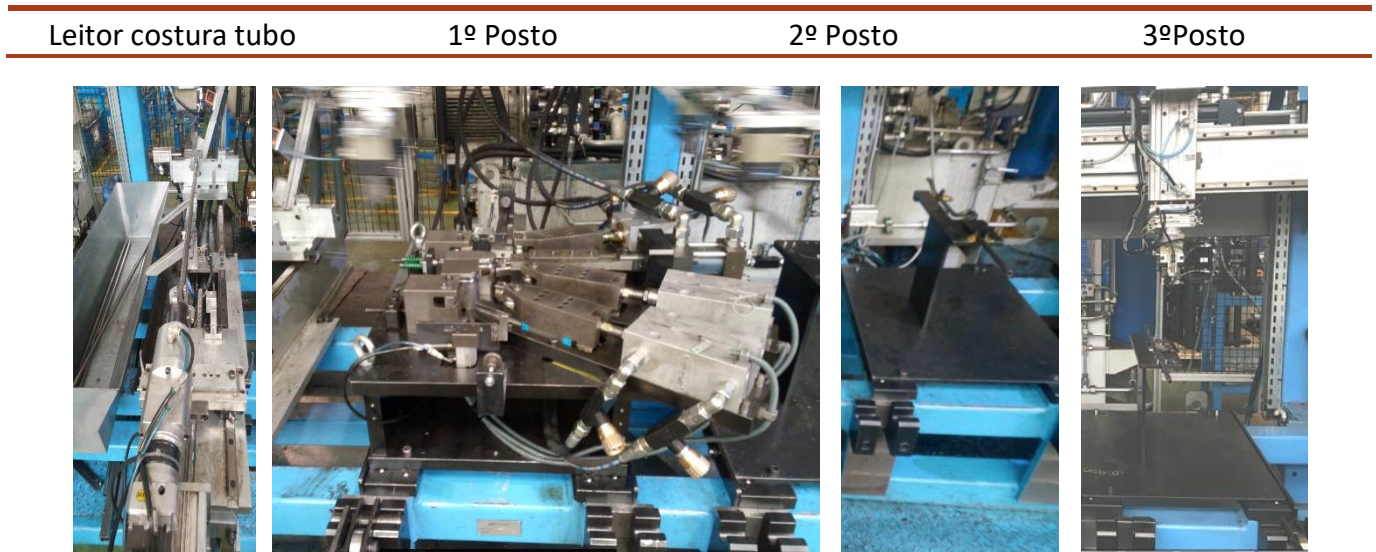


Figura 109 Ferramenta 7000000994 (1º Posto), Suportes tubo (2º e 3º Posto)

- 1582201

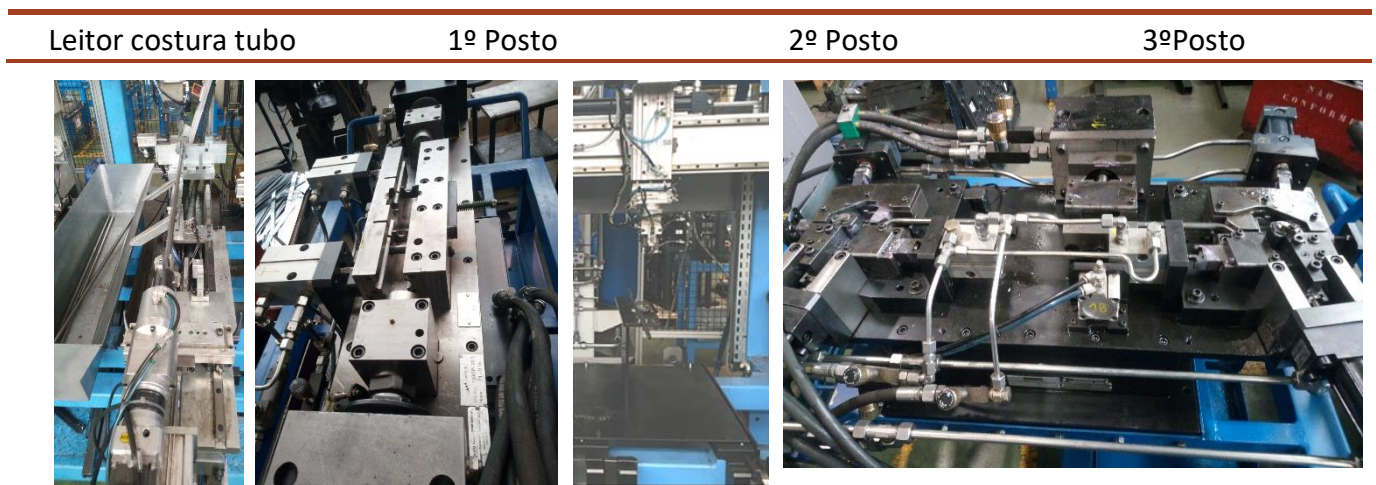
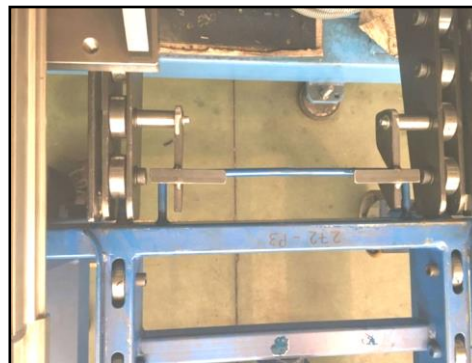


Figura 110 Ferramenta 7000001001 (1º Posto), suporte tubo dobrado (2º Posto) e 7000001002 (3ºPosto)



ANEXO B – Diagramas de processo

Tabela 5 Diagrama de análise Setup referência 1311554

Referência 1311554												
Nº	Tarefas	○	⇒	D	□	△	⊙	Distância (metros)	Tempo (minutos)	Equipamento/ Local	RH	Observações
1	Abrir Ordem fabrico "OF"							0	2	Xpert	1x MOD	Faz-se o registo na folhas de produção diária.
2	Ferramentas na zona de ferramentas XFA							6	1	Zona Ferramentas	1x MOD	
3	Transporte de ferramenta 7000000878 para máquina							4	0,5	IHA03	1x MOD	
4	Amarrar ferramentas com mosquetões							0	1	IHA03	1x MOD	
5	Elevar e colocar ferramenta na máquina estação 1.							0,5	2	Semi-Pórtico	1x MOD	
6	Apertar ferramenta na máquina.							0	2	IHA03	1x MOD	
7	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA							4	0,5	IHA03	1x MOD	
8	Transportar ferramenta 7000000879 para Máquina							4	0,5	IHA03	1x MOD	
9	Amarrar ferramentas com mosquetões							0	1	IHA03	1x MOD	
10	Elevar e colocar ferramenta na máquina estação 2.							0	2	Semi-Pórtico	1x MOD	
11	Apertar ferramenta 2 na máquina.							0,5	2,2	IHA03	1x MOD	
12	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA							4	0,5	IHA03	1x MOD	
13	Transportar ferramenta 7000000880 para Máquina							4	0,5	IHA03	1x MOD	
14	Amarrar ferramentas com mosquetões							0	1	IHA03	1x MOD	
15	Elevar e colocar ferramenta na máquina estação 3.							0	2	Semi-Pórtico	1x MOD	
16	Apertar ferramenta 3 na máquina.							0,5	1,5	IHA03	1x MOD	
17	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA							4	0,5	IHA03	1x MOD	Mangueiras sem identificação e fichas danificadas
18	Ligar mangueiras de óleo e fichas elétricas das ferramentas 1,2 e 3.							12	7,3	IHA03	1x MOD	
19	Ligar máquina							9	0	IHA03	1x MOD	
20	Selecionar programa a ferramenta 1							0	0,1	IHA03	1x MOD	
21	Selecionar programa para ferramenta 2							0	0,1	IHA03	1x MOD	
22	selecionar programa para ferramenta 3							0	0,1	IHA03	1x MOD	
23	Ferramenta de dobrar no armário de ferramentas							5	3	CNC CA516	1x MOD	Desarrumação, procura de ferramentas
24	Transportar ferramentas para máquina de dobrar							1	0,2	CNC CA516	1x MOD	
25	Montar ferramentas							0	3,45	CNC CA516	1x MOD	
26	Seleccionar programa para dobrar o tubo na máquina							2	0,3	CNC CA516	1x MOD	T. Setup 35,25 min
27	Tubo na entrada da célula							10	0,5	Entrada MP Célula	1x MOD	
28	Transportar contentor "UC" para máquina de riscar tubo							7	0,4	Porta Paletes	1x MOD	
29	retirar 1 tubo do contentor "UC" e colocar na máquina							0	0,1	Máquina de riscar tubo	1x MOD	
30	Fazer risco no tubo							0	0,05	Máquina de riscar tubo	1x MOD	
31	Transportar tubo até máquina de dobrar							3	0,05	CNC CA516	1x MOD	
32	Ajustar alimentador de tubo							0	0,25	CNC CA516	1x MOD	
33	Ajustar tapete transportador de peças conformadas							2	0,25	CNC CA516	1x MOD	
34	Colocar máquina em automático							0	0,025	CNC CA516	1x MOD	Tempo Ciclo 30,4 s
35	Conformar peça							0	0,6	CNC CA516	1x MOD	
36	Peça desloca-se no tapete até máquina IHA03							3	0,08	Tapete transportador	1x MOD	
37	Colocar máquina em semi-automático							0	0,02	IHA03	1x MOD	
38	Colocar peça na ferramenta 1 da máquina							1	0,05	IHA03	1x MOD	
39	Carregar no botão para conformar peça							0	0,02	IHA03	1x MOD	
40	Colocar peça na ferramenta 2 da máquina							0,5	0,05	IHA03	1x MOD	
41	~ytr43217uiopç~0							0	0,02	IHA03	1x MOD	
42	Colocar peça na ferramenta 3 da máquina							0,5	0,05	IHA03	1x MOD	
43	Carregar no botão para conformar peça							0	0,02	IHA03	1x MOD	
44	Controlar peça no gabarito de controlo.							4	1,5	Mesa de controlo	1x MOD	
45	Armazenar 1º peça OK							0	0,5	Bancada documental	1x MOD	Registam-se os dados nas folhas de qualidade
46	Tubos no contentor "UC"							3	0	Máquina de riscar tubo	1x MOD	
47	Riscar 4 tubos							0	0,2	Máquina de riscar tubo	1x MOD	
48	Colocar 4 tubos riscados no alimentador							2,5	0,05	CNC CA516	1x MOD	
49	Máquina CNC a conformar tubo							0	2,72	CNC CA516	1x MOD	
50	Riscar tubos							2,5	0,6	Máquina de riscar tubo	1x MOD	
51	Tubos no tapete transportador em espera							0	0,08	Tapete transportador	1x MOD	
52	Colocar 1 tubo conformado na 1ª ferramenta							0	0,05	IHA03	1x MOD	
53	Carregar no botão para conformar peça							0	0,02	IHA03	1x MOD	
54	Colocar peça conformada na 1ª ferramenta na 2ª ferramenta							0	0,05	IHA03	1x MOD	
55	Colocar tubo conformado na 1ª ferramenta							0	0,05	IHA03	1x MOD	
56	Carregar no botão para conformar peça							0	0,02	IHA03	1x MOD	
57	Colocar peça conformada na 1ª ferramenta na 2ª ferramenta; e colocar a peça conformada na 2ª ferramenta na 3ª ferramenta							0	0,08	IHA03	1x MOD	
58	Colocar 1 tubo conformado na 1ª ferramenta							0	0,05	IHA03	1x MOD	
59	Carregar no botão para conformar peça							0	0,02	IHA03	1x MOD	
60	Colocar 3ª peça no carro de peças Conformadas							0	0,04	Carro de transporte	1x MOD	
61	Tubos no contentor "UC"							0	0	Máquina de riscar tubos	1x MOD	
62	Riscar tubos							0	0,22	Máquina de riscar tubos	1x MOD	
63	Produzir									Célula JFC	1x MOD	Run&Rate
64	Parar máquina IHA03							0	0,17	IHA03	1x MOD	Excesso de óleo no chão mangueiras e ferramentas
65	Parar máquina CNC CA516							3	0,2	CNC CA516	1x MOD	
66	Retirar mangueiras hidráulicas e fichas elétricas das ferramentas							6	4	IHA03	1x MOD	
67	Desapertar ferramenta 7000000878							9	1,5	IHA03	1x MOD	Nos casos em que a referência seguinte é a 1645276, não é necessário trocar a ferramenta da CNC CA516 nem a ferramenta do 1º Posto
68	Buscar carro de ferramenta							4	0,3	Carro de Ferramenta	1x MOD	
69	Colocar ferramenta no carro							0	1	Semi-Pórtico	1x MOD	
70	Transportar ferramenta até zona de ferramentas							4	0,5	Carro de Ferramenta	1x MOD	
71	Trazer carro para ferramenta 7000000879							4	0,3	Carro de Ferramenta	1x MOD	
72	Desapertar ferramenta 7000000879							0	1	IHA03	1x MOD	
73	Colocar ferramenta no carro							0	1	Semi-Pórtico	1x MOD	
74	Transportar ferramenta até zona de ferramentas							4	0,5	Carro de Ferramenta	1x MOD	
75	Trazer carro para ferramenta 7000000880							4	0,3	IHA03	1x MOD	
76	Desapertar ferramenta 7000000880							0	1,5	IHA03	1x MOD	
77	Colocar ferramenta no carro							0	1	Semi-Pórtico	1x MOD	
78	Transportar ferramenta até zona de ferramentas							4	0,5	Carro de Ferramenta	1x MOD	Tempo para retirar ferramentas 15,77 min
79	Desmontar ferramentas maquina CNC CA516							7	2	CNC CA516	1x MOD	
	Total							148,5	59,805			

Tabela 6 Diagrama de análise Setup referência 1645276













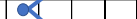




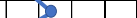




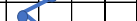




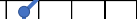

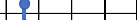


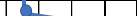







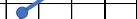










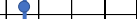




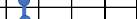




























Referência 1645276												
Nº	Tarefas							Distância (metros)	Tempo (minutos)	Equipamento/ Local	RH	Observações
1	Abrir Ordem fabrico "OF"							0	2	Xpert	1x MOD	Faz-se o registo na folhas de produção diária.
2	Ferramentas na zona de ferramentas XFA							6	1	Zona Ferramentas	1x MOD	
3	Transporte de ferramenta 7000000878 para máquina							4	0,5	IHA03	1x MOD	
4	Amarrar ferramentas com mosquetões							0	1	IHA03	1x MOD	
5	Elevar e colocar ferramenta na máquina estação 1.							0,5	2	Semi-Plático	1x MOD	
6	Apertar ferramenta na máquina.							0	2	IHA03	1x MOD	
7	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA							4	0,5	IHA03	1x MOD	
8	Transportar ferramenta 7000000997 para Máquina							4	0,5	IHA03	1x MOD	
9	Amarrar ferramentas com mosquetões							0	1	IHA03	1x MOD	
10	Elevar e colocar ferramenta na máquina estação 2.							0	2	Semi-Plático	1x MOD	
11	Apertar ferramenta 2 na máquina.							0,5	2,2	IHA03	1x MOD	
12	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA							4	0,5	IHA03	1x MOD	
13	Transportar ferramenta 7000000998 para Máquina							4	0,5	IHA03	1x MOD	
14	Amarrar ferramentas com mosquetões							0	1	IHA03	1x MOD	
15	Elevar e colocar ferramenta na máquina estação 3.							0	2	Semi-Plático	1x MOD	
16	Apertar ferramenta 3 na máquina.							0,5	1,5	IHA03	1x MOD	
17	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA							4	0,5	IHA03	1x MOD	
18	Ligar manguerias de óleo e fichas eletricas das ferramentas 1,2 e 3.							12	6,2	IHA03	1x MOD	Manguerias sem identificação e fichas danificadas
19	Ligar máquina							9	0	IHA03	1x MOD	
20	Selecionar programa a ferramenta 1							0	0,1	IHA03	1x MOD	
21	Selecionar programa para ferramenta 2							0	0,1	IHA03	1x MOD	
22	selecionar programa para ferramenta 3							0	0,1	IHA03	1x MOD	Desarrumação, procura de ferramentas
23	Ferramenta de dobrar no armário de ferramentas							5	3	CNC CA516	1x MOD	
24	Transportar ferramentas para máquina de dobrar							1	0,2	CNC CA516	1x MOD	
25	Montar ferramentas							0	3,45	CNC CA516	1x MOD	
26	Seleccionar programa para dobrar o tubo na máquina							2	0,3	CNC CA516	1x MOD	
27	Tubo na entrada da célula							10	0,5	Entrada MP Célula	1x MOD	Tempo Setup 34,15 min
28	Transportar contentor "UC" para máquina de riscar tubo							7	0,4	Porta Paletes	1x MOD	
29	retirar 1 tubo do contentor "UC" e colocar na máquina							0	0,1	Máquina de riscar tubo	1x MOD	
30	Fazer risco no tubo							0	0,05	Máquina de riscar tubo	1x MOD	
31	Transportar tubo até máquina de dobrar							3	0,05	CNC CA516	1x MOD	
32	Ajustar alimentador de tubo							0	0,25	CNC CA516	1x MOD	
33	Ajustar tapete transportador de peças conformadas							2	0,25	CNC CA516	1x MOD	
34	Colocar máquina em automático							0	0,025	CNC CA516	1x MOD	
35	Conformar peça							0	0,6	CNC CA516	1x MOD	Tempo Ciclo 30 s
36	Peça desloca-se no tapete até máquina IHA03							3	0,08	Tapete transportador	1x MOD	
37	Colocar máquina em semi-automático							0	0,02	IHA03	1x MOD	
38	Colocar peça na ferramenta 1 da máquina							1	0,05	IHA03	1x MOD	
39	Carregar no botão para conformar peça							0	0,02	IHA03	1x MOD	
40	Colocar peça na ferramenta 2 da máquina							0,5	0,05	IHA03	1x MOD	
41	Carregar no botão para conformar peça							0	0,02	IHA03	1x MOD	
42	Colocar peça na ferramenta 3 da máquina							0,5	0,05	IHA03	1x MOD	
43	Carregar no botão para conformar peça							0	0,02	IHA03	1x MOD	
44	Controlar peça no gabarito de controlo.							4	1,5	Mesa de controlo	1x MOD	
45	Armazenar 1ª peça OK							0	0,5	Bancada documental	1x MOD	Registam-se os dados nas folhas de qualidade
46	Tubos no contentor "UC"							3	0	Máquina de riscar tubo	1x MOD	
47	Riscar 4 tubos							0	0,2	Máquina de riscar tubo	1x MOD	
48	Colocar 4 tubos riscados no alimentador							2,5	0,05	CNC CA516	1x MOD	
49	Máquina CNC a conformar tubo							0	2,72	CNC CA516	1x MOD	
50	Riscar tubos							2,5	0,6	Máquina de riscar tubo	1x MOD	
51	Tubos no tapete transportador em espera							0	0,08	Tapete transportador	1x MOD	
52	Colocar 1 tubo conformado na 1ª ferramenta							0	0,05	IHA03	1x MOD	
53	Carregar no botão para conformar peça							0	0,02	IHA03	1x MOD	
54	Colocar peça conformada na 1ª ferramenta na 2ª ferramenta							0	0,05	IHA03	1x MOD	
55	Colocar tubo conformado na 1ª ferramenta							0	0,05	IHA03	1x MOD	
56	Carregar no botão para conformar peça							0	0,02	IHA03	1x MOD	
57	Colocar peça conformada na 1ª ferramenta na 2ª ferramenta, e colocar a peça conformada na 2ª ferramenta na 3ª ferramenta							0	0,08	IHA03	1x MOD	
58	Colocar 1 tubo conformado na 1ª ferramenta							0	0,05	IHA03	1x MOD	
59	Carregar no botão para conformar peça							0	0,02	IHA03	1x MOD	
60	Colocar 3ª peça no carro de peças Conformadas							0	0,04	Carro de transporte para soldadura	1x MOD	
61	Tubos no contentor "UC"							0	0	Máquina de riscar tubo	1x MOD	
62	Riscar tubos							0	0,22	Máquina de riscar tubo	1x MOD	
63	Produzir									Célula JFC	1x MOD	Run&Rate
64	Parar máquina IHA03							0	0,17	IHA03	1x MOD	
65	Parar máquina CNC CA516							3	0,2	CNC CA516	1x MOD	
66	Retirar manguerias hydraulicas e fichas eletricas das ferramentas							6	4	IHA03	1x MOD	Excesso de óleo no chão manguerias e ferramentas
67	Desapertar ferramenta 7000000878							9	1,5	IHA03	1x MOD	
68	Buscar carro de ferramenta							4	0,3	Carro de Ferramenta	1x MOD	
69	Colocar ferramenta no carro							0	1	Semi-Plático	1x MOD	
70	Transportar ferramenta até zona de ferramentas							4	0,5	Carro de Ferramenta	1x MOD	
71	Trazer carro para ferramenta 7000000997							4	0,3	Carro de Ferramenta	1x MOD	
72	Desapertar ferramenta 7000000997							0	2	IHA03	1x MOD	
73	Colocar ferramenta no carro							0	1	Semi-Plático	1x MOD	
74	Transportar ferramenta até zona de ferramentas							4	0,5	Carro de Ferramenta	1x MOD	
75	Trazer carro para ferramenta 7000000998							4	0,3	IHA03	1x MOD	
76	Desapertar ferramenta 7000000998							0	1,5	IHA03	1x MOD	
77	Colocar ferramenta no carro							0	1	Semi-Plático	1x MOD	
78	Transportar ferramenta até zona de ferramentas							4	0,5	Carro de Ferramenta	1x MOD	Tempo para retirar ferramentas 16,77 min
79	Desmontar ferramentas maquina CNC CA516							7	2	CNC CA516	1x MOD	
	Total							148,5	59,705		1	

Tabela 7 Diagrama de análise Setup referência 1645248

Referência 1645248													
Nº	Tarefas	○	⇒	D	□	△	⚠	⦿	Distância (metros)	Tempo (minutos)	Equipamento/ Local	RH	Observações
1	Abrir Ordem fabrico "OF"	●							0	2	Xpert	1xMOD	registro na folhas de produção diária.
2	Ferramentas na zona de ferramentas XFA								3	0,1	Zona Ferramentas	2xMOD	
3	Transporte de ferramenta para máquina		●						3	7,6	Carro ferramenta	2xMOD	Ferramenta muito pesada
5	Fixar carro e guias da ferramenta na máquina.	●							0	6	IHA05	2xMOD	É difícil alinhar o carro com a máquina
6	Empurrar ferramenta 1645248 para máquina	●							3	4	IHA05	3xMOD	10 min em espera por outro operador + 5 min a espera do empilhador
7	Fixar ferramenta na máquina	●							0	2	IHA05	1xMOD	
8	Retirar carro	●							0	2	IHA05	1xMOD	
9	Levar carro para zona de ferramentas XFA								3	0,5	Carro ferramenta	1xMOD	
10	Abrir porta Máquina	●							10	0,5	IHA05	1xMOD	Mangueiras sem identificação, foi necessário fazer 3 tentativas para colocar as mangueiras na ordem certa.
11	Ligar mangueiras de óleo da ferramenta 1645248	●							0,5	9,5	IHA05	1xMOD	
12	Montar tomada de ar comprimido	●							2	1	IHA05	1xMOD	
13	Montar tomada Elétrica máquina - Ferramenta	●							1	1	IHA05	1xMOD	
14	Fechar porta e fazer reset na máquina	●							8	0,5	IHA05	1xMOD	617
15	Selecionar e verificar programa(ligar a máquina)	●							0	2	IHA05	1xMOD	
16	Buscar tubo a buffer de tubo XFA								4	15	IHA05	1xMOD	
17	Colocar tubo em frente da máquina	●							4	1	IHA05	1xMOD	
18	Buscar contentor vazio para armazenar tubo conformado								10	15	Porta Paletes	1xMOD	
19	Colocar contentor na frente da máquina	●							10	15	IHA05	1xMOD	
20	Limpar e inserir tubo na ferramenta	●							0	0,1	IHA05	1xMOD	
21	Estampar 1ª peça	●							0	0,2	IHA05	1xMOD	
22	Verificar se está ok/NOK calibre								3	2	IHA05	1xMOD	
23	Ajustar ferramenta	●							3	5	IHA05	1xMOD	
24	Estampar peça	●							0	0,3	IHA05	1xMOD	
25	Verificar se está ok/NOK calibre								3	3	IHA05	1xMOD	
26	Produzir peça								3	0,3	IHA05	1xMOD	
27	Embalar peça no contentor	●							0	0,2	IHA05	1xMOD	
28	Produzir										IHA05	1xMOD	Run&Rate
29	Parar máquina	●							0	0,2	IHA05	1xMOD	
30	Retirar mangueiras hidráulicas	●							10	6	IHA05	1xMOD	
31	Retirar ficha ar comprimido	●							2	2	IHA05	1xMOD	
32	Retirar fichas elétricas	●							0	0,5	IHA05	1xMOD	
33	Carro na zona de Ferramentas								13	0,6	Carro ferramenta	1xMOD	
34	Amarrar carro na máquina	●							3	0,5	Carro ferramenta	1xMOD	
35	Desapertar ferramenta	●							1	3	IHA05	2xMOD	Procura de ferramentas para desapertar parafusos
36	Empurrar ferramenta 1645248 para carro	●							0	2	IHA05	3xMOD	Necessário auxílio de empilhador
37	Remover carro da máquina	●							0	0,5	Carro ferramenta	2xMOD	difficuldade em movimentar o carro
38	Transportar carro para zona de ferramentas								3	3	Carro ferramenta	2xMOD	Tempo para retirar ferramenta 16,3 min
	Total								105,5	73,6		3xMOD	

Tabela 8 Diagrama de análise Setup referência 1311473

Referência 1311473													
Nº	Tarefas	○	⇒	D	□	△	⚠	Distância (metros)	Tempo (minutos)	Equipamento /Local	Rec. Humanos	Observações	
1	Abrir Ordem fabrico "OF"	●						0	2	Xpert	1x MOD	Faz-se o registo na folhas de produção diária.	
2	Ferramentas na zona de ferramentas XFA	●						6	0,5	Zona Ferramentas	1x MOD		
3	Transporte de ferramenta 7000000881 para máquina	●						4	0,5	Carro ferramenta	1x MOD	Procurar mosquetões, alguns encontram-se danificados	
4	Amarrar ferramentas com mosquetões	●						0	2	IHA03	1x MOD		
5	elevantar e colocar ferramenta na máquina estação 1.	●						0	2	Semi-pórtico	1x MOD		
6	Apertar ferramenta na máquina.	●						0	15	IHA03	1x MOD	Procura de ferramentas para apertar parafusos	
7	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA	●						4	0,5	Carro ferramenta	1x MOD		
8	Transportar ferramenta 7000000882 para Máquina	●						4	0,5	Carro ferramenta	1x MOD		
9	Amarrar ferramentas com mosquetões	●						0	1	IHA03	1x MOD		
10	elevantar e colocar ferramenta na máquina estação 3.	●						0	2,5	Semi-pórtico	1x MOD		
11	Apertar ferramenta 2 na máquina.	●						0	3	IHA03	1x MOD		
12	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA	●						4	0,5	Carro ferramenta	1x MOD		
13	Ligar manguueiras de óleo das ferramentas 7000000881 e 7000000882.	●						12	6,8	IHA03	1x MOD	Manguueiras sem chapa com número	
14	Ligar máquina	●						9	1	IHA03	1x MOD		
15	Selecionar programa a ferramenta 7000000881	●						0	0,1	IHA03	1x MOD		
16	Selecionar programa para ferramenta 7000000882	●						0	0,1	IHA03	1x MOD		
17	Tubo na entrada da célula	●						6	3	Buffer entrada	1x MOD	Procurar porta paletes	
18	Colocar tubo cortado em frente da máquina (contentor "UC")	●						6	0,5	Porta Paletes	1x MOD		
19	Retirar 1 tubo do contentor "UC" e limpá-lo	●						0	0,2	IHA03	1x MOD		
20	Colocar tubo na ferramenta 7000000881	●						0	0,1	IHA03	1x MOD		
21	Colocar máquina em modo semi-automático	●						1	0,05	IHA03	1x MOD		
22	Conformar peça	●						0	0,3	IHA03	1x MOD		
23	Retirar peça da ferramenta 7000000881 e colocar na 7000000882.	●						0	0,05	IHA03	1x MOD		
24	Limpar e colocar tubo na ferramenta 7000000881	●						0	0,2	IHA03	1x MOD		
25	Conformar peça	●						0	0,3	IHA03	1x MOD		
26	Controlar peça no gabarito de controlo.	●						3	4	Gabarito Controlo	1x MOD		
27	Afinar ferramenta 7000000881	●						0	10	IHA03	1x MOD		
28	Colocar tubo na ferramenta 7000000881	●						0	0,05	IHA03	1x MOD		
29	Conformar peça	●						0	0,3	IHA03	1x MOD		
30	Colocar peça na ferramenta 7000000882	●						0	0,05	IHA03	1x MOD		
31	Conformar peça	●						0	0,3	IHA03	1x MOD		
32	Controlar peça no gabarito de controlo.	●						3	3	Gabarito Controlo	1x MOD		
33	Retirar 1 tubo do contentor "UC" limpar e colocar ferramenta 7000000881	●						0	0,2	IHA03	1x MOD		
34	Conformar peça	●						0	0,3	IHA03	1x MOD		
35	Retirar peça da ferramenta 7000000881 e colocar na 7000000882.	●						0	0,05	IHA03	1x MOD		
36	Retirar peça da ferramenta 7000000882	●						0	0	IHA03	1x MOD	É impossível remover a peça manualmente, sendo necessário tirar com o semi pórtico, o que demora em média mais 10 segundos	
37	Colocar tubo na ferramenta 7000000881	●						0	0,2	IHA03	1x MOD		
38	Retirar peça da ferramenta 7000000881 e colocar na 7000000882.	●						0	0,05	IHA03	1x MOD		
39	Embalar tubo conformado no contentor para expedição	●						1	0,05	IHA03	1x MOD		
40	Produzir	●								IHA03	1x MOD	Run&Rate	
42	Parar máquina	●						0	0,05	IHA03	1x MOD		
43	Retirar manguueiras hidráulicas	●						9	5,3	IHA03	1x MOD		
44	Retirar ficha ar comprimido	●						1	2	IHA03	1x MOD		
45	Retirar fichas elétricas	●						0	0,5	IHA03	1x MOD		
46	Carro na zona de Ferramentas	●						12	0,6	Carro ferramenta	1x MOD		
47	Transportar carro ferramenta 7000000881 para máquina	●						9	0,5	Carro ferramenta	1x MOD		
48	Desapertar ferramenta 7000000881	●						0	2	IHA03	1x MOD		
49	Colocar ferramenta no carro	●						0	2	Semi-pórtico	1x MOD		
50	Transportar carro para zona de ferramentas	●						3	0,5	Carro ferramenta	1x MOD		
51	Levar carro ferramenta 7000000882	●						3	0,5	Carro ferramenta	1x MOD		
52	Desapertar ferramenta 7000000882	●						0	15	IHA03	1x MOD		
53	Colocar ferramenta no carro	●						0	2,5	Semi-pórtico	1x MOD		
54	transportar até zona de ferramentas	●						3	0,5	Carro ferramenta	1x MOD		
	Total							103	66,2		1		

Tabela 9 Diagrama de análise referência 1645247

Referência 1645247													
Nº	Tarefas	○	⇒	D	□	△	⚙	Distância (metros)	Tempo (minutos)	Equipament o/ Local	RH	Observações	
1	Abrir Ordem fabrico "OF"	●						0	2	Xpert	1xMOD	Faz-se o registo na folhas de produção diária.	
2	Ferramentas na zona de ferramentas XFA							10	0,5	Zona Ferramentas	1xMOD		
3	Transporte de ferramenta 7000000976		●					4	0,5	Carro ferramenta	1xMOD		
4	Prender carro a máquina	●						0	1	IHA05	1xMOD		
5	Empurrar ferramenta para posição 1.		●					0	2	IHA05	2xMOD		
6	Apertar ferramenta 7000000976	●						0	2	IHA05	1xMOD		
7	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA		●					4	0,5	Carro ferramenta	1xMOD		
8	Transportar ferramenta 7000000977		●					4	0,5	Carro ferramenta	1xMOD		
9	Prender carro a máquina	●						0	1	IHA05	1xMOD	Dificuldade em alinhar o carro	
10	Empurrar ferramenta para posição 3		●					0	25	IHA05	3xMOD	Foi necessário o auxílio do empilhador, e também de um tubo para girar as rodas.	
11	Apertar ferramenta 7000000977	●						0,5	2,2	IHA05	3xMOD		
12	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA		●					4	0,5	Carro ferramenta	1xMOD		
13	Montar suporte na posição 2		●					4	1,5	IHA05	1xMOD	Conjuntos de pinças inexistentes, é necessário desmontar pinças de outra referência .	
14	Montar pinças	●						3	45	IHA05	1xMOD		
15	Ligar manguueiras de óleo/ ar e fichas elétricas das ferramentas 7000000977/976	●						10	5,6	IHA05	1xMOD	Referências de mangueias inexistentes	
16	Ligar máquina	●						10	0,5	IHA05	1xMOD		
17	Selecionar programa para referência 1645247	●						0	0,5	IHA05	1xMOD	Como estavam desmontadas é necessário ajustar as penças para que não colidam com as ferramentas	
18	Afinar pinças	●						0	0,5	IHA05	1xMOD		
19	Tubo na entrada da célula	●						0	0,5	IHA05	1xMOD		
20	Ajustar e carregar alimentador tubo					●		3,5	2,5	IHA05	1xMOD		
21	Colocar maquina em semi-automático	●						3	0,2	IHA05	1xMOD		
22	Conformar 1 peça	●						0	1,5	IHA05	1xMOD		
23	Verificar peça no gabarito de controlo, NOK					●		6	0,3	Gabarito Controlo	1xMOD		
24	Afinar ferramentas	●						6	15	IHA05	1xMOD		
25	Conformar 1 peça	●						0	0,1	IHA05	1xMOD		
26	Verificar peça no gabarito de controlo, Peça OK					●		6	3	Gabarito Controlo	1xMOD		
27	Colocar máquina em automático	●						6	0,25	IHA05	1xMOD		
28	Produzir e embalar peças para contentor expedição						●			IHA05	1xMOD	Run&rate	
29	Parar máquina	●						0	0,2	IHA05	1xMOD	Máquina para devido a temperatura elevada de óleo, já parou 4 vezes no 1º turno.	
30	Remover tubos hidráulicos e fichas eletricas	●						10	5,2	IHA05	1xMOD		
31	Transportar carro de ferramenta 70000000976 até a máquina		●					14	0,5	Carro ferramenta	1xMOD		
32	Prender carro a máquina	●						4	0,5	IHA05	1xMOD		
33	Desapertar ferramenta	●						0	1,5	IHA05	1xMOD		
34	Empurrar ferramenta 7000000976 para carro	●						0	1	IHA05	2xMOD		
35	Transportar ferramenta 7000000976 para zona de ferramentas XFA					●		4	0,5	Carro ferramenta	1xMOD		
36	Transportar carro de ferramenta 7000000977 até máquina		●					4	0,5	Carro ferramenta	1xMOD		
37	Prender carro a máquina	●						0	0,5	IHA05	1xMOD		
38	Desapertar ferramenta 7000000977	●						4	1,5	IHA05	1xMOD		
39	Empurrar ferramenta 7000000977 para carro	●						0	15	IHA05	3xMOD	Necessário auxílio de empilhador	
40	Transportar ferramenta 7000000977 para zona Ferramentas XFA					●		4	0,5	Carro ferramenta	1xMOD		
41	Desmontar suporte tubo	●						4	1,5	IHA05	1xMOD		
42	Desmontar pinças	●						0	4	IHA05	1xMOD		
	Total							132	147,55		3xMOD		

Tabela 10 Diagrama de análise referência 1645272







Peça 1645272												
Nº	Tarefas							Distância (metros)	Tempo (minutos)	Equipamento/ Local	RH	Observações
1	Abrir Ordem fabrico "OF"							0	2	Xpert	1x MOD	Faz-se o registo na folhas de produção diária.
2	Ferramentas na zona de ferramentas XFA							10	0,5	Zona Ferramentas	1x MOD	
3	Transporte de ferramenta 7000001024							4	0,5	Carro ferramenta	1x MOD	
4	Prender carro a máquina							0	1	IHA015	1x MOD	
5	Empurrar ferramenta para posição 1.							0	2	IHA015	2x MOD	
6	Apertar ferramenta 70000001024							0	2	IHA015	1x MOD	
7	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA							4	0,5	Carro ferramenta	1x MOD	
8	Transportar ferramenta 7000001025							4	0,5	Carro ferramenta	1x MOD	
9	Prender carro a máquina							0	1	IHA015	1x MOD	Dificuldade em alinhar o carro
10	Empurrar ferramenta para posição 3							0	25	IHA015	3x MOD	Foi necessário o auxílio do empilhador, e também de um tubo para girar as rodas.
11	Apertar ferramenta 7000001025							0,5	2,2	IHA015	3x MOD	
12	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA							4	0,5	Carro ferramenta	1x MOD	
13	Montar suporte na posição 2							4	15	IHA015	1x MOD	Conjuntos de pinças inexistentes, é necessário desmontar pinças de outra referência .
14	Montar pinças							3	45	IHA015	1x MOD	
15	Ligar manguerias de óleo/ ar e fichas elétricas das ferramentas 7000001024/1025/1026							10	5,6	IHA015	1x MOD	Referências de mangueias inexistentes
16	Ligar máquina							10	0,5	IHA015	1x MOD	
17	Selecionar programa para referência 1645272							0	0,5	IHA015	1x MOD	Como estavam desmontadas é necessário ajustar as pinças para que não colidam com as ferramentas
18	Afinar pinças							0	0,5	IHA015	1x MOD	
19	Tubo na entrada da célula							0	0,5	IHA015	1x MOD	
20	Ajustar e carregar alimentador tubo							3,5	2,5	IHA015	1x MOD	
21	Colocar maquina em semi-automático							3	0,2	IHA015	1x MOD	
22	Conformar 1 peça							0	15	IHA015	1x MOD	
23	Verificar peça no gabarito de controlo, NOK							6	0,3	Gabarito Controlo	1x MOD	
24	Afinar ferramentas							6	15	IHA015	1x MOD	
25	Conformar 1 peça							0	0,1	IHA015	1x MOD	
26	Verificar peça no gabarito de controlo, Peça OK							6	3	Gabarito Controlo	1x MOD	
27	Colocar máquina em automático							6	0,25	IHA015	1x MOD	
28	Produzir e embalar peças para carrinho									IHA015	1x MOD	Run&rate
29	Parar máquina							0	0,2	IHA015	1x MOD	
30	Remover tubos hidráulicos e fichas eletricas							10	5,2	IHA015	1x MOD	
31	Transportar carro de ferramenta 7000001024 até a máquina							14	0,5	Carro ferramenta	1x MOD	
32	Prender carro a máquina							4	0,5	IHA015	1x MOD	
33	Desapertar ferramenta							0	15	IHA015	1x MOD	
34	Empurrar ferramenta 7000001024 para carro							0	1	IHA015	2x MOD	
35	Transportar ferramenta 7000001024 para zona de ferramentas XFA							4	0,5	Carro ferramenta	1x MOD	
36	Transportar carro de ferramenta 7000001025 até máquina							4	0,5	Carro ferramenta	1x MOD	
37	Prender carro a máquina							0	0,5	IHA015	1x MOD	
38	Desapertar ferramenta 7000001025							4	15	IHA015	1x MOD	
39	Empurrar ferramenta 7000001025 para carro							0	15	IHA015	3x MOD	Necessário auxílio de empilhador
40	Transportar ferramenta 7000001025 para zona Ferramentas XFA							4	0,5	Carro ferramenta	1x MOD	
41	Desmontar suporte tubo							4	15	IHA015	1x MOD	
42	Retirar pinças							0	4	IHA015	1x MOD	
	Total							132	147,55		3xMOD	

Tabela 11 Diagrama de análise referência 1645360

Referência 1645360													
Nº	Tarefas	○	⇒	D	□	△	▱	⌂	Distância (metros)	Tempo (minutos)	Equipamento/ Local	RH	Observações
1	Abzir Ordem fabríco "OF"	●							0	2	Xpert	1xMOD	Faz-se o registo na folhas de produção diária.
2	Ferramentas na zona de ferramentas XFA								10	0.5	Zona Ferramentas	1xMOD	
3	Transporte de ferramenta 7000000996	●							4	0.5	Carro ferramenta	1xMOD	
4	Prender carro a máquina	●							0	1	IHA05	1xMOD	
5	Empurrar ferramenta para posição 1.	●							0	2	IHA05	2xMOD	
6	Apertar ferramenta 7000000996	●							0	2	IHA05	1xMOD	
7	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA	●							4	0.5	Carro ferramenta	1xMOD	
8	Montar suporte na posição 2	●							4	0.5	Carro ferramenta	1xMOD	
9	Montar suporte na posição 3	●							0	1	IHA05	1xMOD	
14	Montar pinças	●							50	45	IHA05	1xMOD	Desmontar de outras referências para fazer conjunto.
15	Ligar manguerias de óleo/ ar e fichas elétricas da ferramenta 7000000996	●							10	5.6	IHA05	1xMOD	Referências de manguerias inexistentes
16	Ligar máquina	●							10	0.5	IHA05	1xMOD	
17	Selecionar programa para referência 1645360	●							0	0.5	IHA05	1xMOD	
18	Afinar pinças	●							0	20	IHA05	1xMOD	Como estavam desmontadas é necessário ajustar as pinças para que não colidam com as ferramentas
19	Tubo na entrada da célula	●							0	0.5	IHA05	1xMOD	
20	Ajustar e carregar alimentador tubo	●							3.5	2.5	IHA05	1xMOD	
21	Colocar maquina em semi-automático	●							3	0.2	IHA05	1xMOD	
22	Conformar 1 peça	●							0	15	IHA05	1xMOD	
23	Verificar peça no gabarito de controlo, NOK	●							6	0.3	Gabarito Controlo	1xMOD	
24	Afinar ferramentas	●							6	15	IHA05	1xMOD	
25	Conformar 1 peça	●							0	0.1	IHA05	1xMOD	
26	Verificar peça no gabarito de controlo, Peça OK	●							6	3	Gabarito Controlo	1xMOD	
27	Colocar máquina em automático	●							6	0.25	IHA05	1xMOD	
28	Produzir e embalar peças para contentor expedição										IHA05	1xMOD	Run&rate
29	Parar máquina	●							0	0.2	IHA05	1xMOD	
30	Remover tubos hidráulicos e fichas eletricas	●							10	5.2	IHA05	1xMOD	Pouca visibilidade, excesso de óleo derramado nas manguerias e máquina
31	Transportar carro de ferramenta 7000000996 até a máquina	●							14	0.5	Carro ferramenta	1xMOD	
32	Prender carro a máquina	●							4	0.5	IHA05	1xMOD	
33	Desapertar ferramenta	●							0	15	IHA05	1xMOD	
34	Empurrar ferramenta 7000000996 para carro	●							0	3	IHA05	1xMOD	
35	Transportar ferramenta 700000995 para zona de ferramentas XFA	●							4	0.5	Carro ferramenta	1xMOD	
36	Remover suporte posição 2 e 3	●							4	3	IHA05	1xMOD	
37	Remover pinças	●							0	4	IHA05	1xMOD	
	Total								158,5	123,35		2xMOD	

Tabela 12 Diagrama de análise referência 1645369

Referência 1645359													
Nº	Tarefas	○	⇒	D	□	△	⚙	📄	Distância (metros)	Tempo (minutos)	Equipamento/ Local	RH	Observações
1	Abriu Ordem fabrico "OF"	●							0	2	Xpert	1xMOD	Faz-se o registo na folhas de produção diária.
2	Ferramentas na zona de ferramentas XFA								10	0,5	Zona Ferramentas	1xMOD	
3	Transporte de ferramenta 7000000995		●						4	0,5	Carro ferramenta	1xMOD	
4	Prender carro a máquina	●							0	1	IHA05	1xMOD	
5	Empurrar ferramenta para posição 1		●						0	2	IHA05	2xMOD	
6	Apertar ferramenta 7000000995	●							0	2	IHA05	1xMOD	
7	Transportar carro de ferramenta para zona de ferramentas XFA		●						4	0,5	Carro ferramenta	1xMOD	
8	Montar suporte na posição 2		●						4	0,5	Carro ferramenta	1xMOD	
9	Montar suporte na posição 3	●							0	5	IHA05	2xMOD	Dificuldade em alinhar o carro
14	Montar pinças	●							3	14	IHA05	1xMOD	Modificar 1 pinça do conjunto 1645360.
15	Ligar manguueiras de óleo/ ar e fichas elétricas da ferramenta 7000000995	●							10	6,1	IHA05	1xMOD	Sem referências em manguueiras do óleo
16	Ligar máquina	●							10	0,5	IHA05	1xMOD	
17	Selecionar programa para referência 1645359	●							0	0,5	IHA05	1xMOD	
18	Afinar pinças	●							0	10	IHA05	1xMOD	Como já estavam afinadas para a referência 1645360 foi só preciso afinar 2 conjuntos.
19	Tubo na entrada da célula								0	0,5	IHA05	1xMOD	
20	Ajustar e carregar alimentador tubo	●							3,5	2,5	IHA05	1xMOD	
21	Colocar maquina em semi-auto mático	●							3	0,2	IHA05	1xMOD	
22	Conformar 1peça	●							0	15	IHA05	1xMOD	
23	Verificar peça no gabarito de controlo, NOK								6	0,3	Gabarito Controlo	1xMOD	
24	Afinar ferramentas	●							6	15	IHA05	1xMOD	
25	Conformar 1peça	●							0	0,1	IHA05	1xMOD	
26	Verificar peça no gabarito de controlo, Peça OK								6	3	Gabarito Controlo	1xMOD	
27	Colocar máquina em automático	●							6	0,25	IHA05	1xMOD	
28	Produzir e embalar peças para contentor e expedição										IHA05	1xMOD	Run&rate
29	Parar máquina	●							0	0,2	IHA05	1xMOD	
30	Remover tubos hidráulicos e fichas eletricas	●							10	5,2	IHA05	1xMOD	Pouca visibilidade, na parte de traz da máquina.
31	Transportar carro de ferramenta 7000000995 até a máquina		●						14	0,5	Carro ferramenta	1xMOD	Muita sujidade, e muito óleo nas ferramentas e no chão.
32	Prender carro a máquina	●							4	1	IHA05	1xMOD	
33	Desapertar ferramenta	●							0	15	IHA05	1xMOD	
34	Empurrar ferramenta 7000000995 para carro	●							0	3	IHA05	1xMOD	
35	Transportar ferramenta 7000000995 para zona de ferramentas XFA								4	0,5	Carro ferramenta	1xMOD	
36	Remover suporte posição 2 e 3		●						4	3	IHA05	1xMOD	
37	Remover pinças	●							0	5,5	IHA05	1xMOD	
	Total								111,5	88,85		2xMOD	

ANEXO C – DADOS DE CONTROLO DE PRODUÇÃO

Tabela 13 Tempos de Setup medidos (minutos)

	1311473	1500544	1811209	1645247	1645248	1645370	1645359	1645360	1582201
1º	510	50	85	60	75	170	75	70	180
2º	60	45	60	50	65	130	110	75	130
3º	105	110	25	50	60	115	55	45	140
4º	180	70	70	95	105	90	60	70	160
5º	120	30	20	60	30		55	65	
6º	45	40	25	195	30				
7º	60	40	40	60	70				
8º	30	50	40	112	75				
9º		25		50	60				
Soma T. Setup	138,8	51,1	45,6	81,3	63,3	126,3	71,0	65,0	152,5
T. Total máquina (min)	235,5			559,4					
T. Total máquina (h)	3,9			9,3					

Tabela 14 Cadência de produção medida nas células XFA e JFC (peça/hora)

		JFC					XFA			
		1311473	1500544	1811209	1645247	1645248	1645370	1645359	1645360	1582201
Valor Objetivo		148	88	88	259	176	259	278	360	359
1º Turno	1º	95	90	93	259	122	257	277	359	358
	2º	89	86	91	257	114	260	278	358	359
	3º	104	87	89	259	115	258	278	359	361
	4º	70	91	89	259	116	259	279	360	357
	5º	75	86	91	259	127	259	280	361	364
2º Turno	1º	80	89	87	258	124	260	278	360	360
	2º	101	87	88	259	118	259	278	360	360
	3º	97	85	88	259	119	258	278	359	350
	4º	84	91	89	256	125	259	275	361	355
	5º	92	91	87	259	120	259	277	360	358
Média 1º Turno		89	87	91	259	116	259	278	359	359
Média 2º Turno		92	89	88	259	120	259	278	360	358
Média Cadência		92,0	88,0	89,0	259,0	120,0	259,0	278,0	360,0	359,0

ANEXO D – REGISTO DE AVARIAS

Tabela 15 Registo de avarias manutenção Sunviauto para a célula JFC

Mês	Máquina	Avaria	Falha	Tempo paragem (min)
Janeiro	9108100003 MHM	Ficha Eletrica partida	Electrica	40
Janeiro	9108100003 MHM	Reparar esticador partido	Mecânica	85
Janeiro	9108100003 MHM	Substituir 1 válvula 9208200039	Pneumática	35
Janeiro	9108000005 Máq. Dobrar Tubo 'Crippa' CA516	Substituir relés 24V	Mecânica	290
Janeiro	9108100003 MHM	substituir sensor	Electrica	20
Fevereiro	9108000005 Máq. Dobrar Tubo 'Crippa' CA516	Substituir relés 24 V	Electrica	110
Março	9108000005 Máq. Dobrar Tubo 'Crippa' CA516	Suportes partidos, soldar 2 suportes	Mecânica	30
Março	9108100003 MHM	Reparar fuga de óleo	Hidráulica	500
Março	9108000005 Máq. Dobrar Tubo 'Crippa' CA516	Afinar pinça	Mecânica	10
Março	9108100003 MHM	Reapertar botão 1 contacto NO ZBE-101	Electrica	145
Março	9108000005 Máq. Dobrar Tubo 'Crippa' CA516	Problema com alimentador	Mecânica	30
Março	9108100003 MHM	afinar seniores	Mecânica	115
Abril	9108100003 MHM	verificar comunicação entre máquinas	Mecânica	120
Abril	9108100003 MHM	Pinos da ficha tortos	Mecânica	5
Abril	9108000005 Máq. Dobrar Tubo 'Crippa' CA516	reapara sensor de pinça	Electrica	45
Abril	9108000005 Máq. Dobrar Tubo 'Crippa' CA516	substituir relés 24C	Electrica	90
Abril	9108100003 MHM	afinar sensor	Mecânica	40
Abril	9108100003 MHM	Apertar botão de emergência	Electrica	10

Tabela 16 Registo de avarias manutenção Sunviauto para a célula XFA

Mês	Máquina	Avaria	Falha	Tempo paragem (min)
Janeiro	910810004 MHA	sub. Cilindro rotativo 9208200016	Pneumática	50
Janeiro	910810004 MHA	Temp. elevada	Hidráulica	120
Janeiro	910810004 MHA	Mangueira com fuga de ar	Pneumática	30
Janeiro	910810004 MHA	Colocar cilindro rotativo reparado e 2 sensores	Pneumática	330
Janeiro	910810004 MHA	Ferramenta caiu ao chão foi necessário Substituir 2 casquilhos e uma ficha de ligação usada	Mecânica	140
Janeiro	910810004 MHA	sub. Cilindro rotativo 9208200016	Mecânica	30
Janeiro	910810004 MHA	substituir ficha partida na máquina	Electrica	10
Janeiro	910810004 MHA	Sensor avariado	Electrica	5
Janeiro	910810004 MHA	Reapertar tubos hidráulicos	Mecânica	10
Janeiro	910810004 MHA	Substituir sensor avariado	Electrica	13
Janeiro	910810004 MHA	Afinar pressostato	Electrica	30
Janeiro	910810004 MHA	Peça de abocardar tubo 1645248 partida	Ferramentas	55
Fevereiro	910810004 MHA	Peça de abocardar tubo 1645248 partida	Ferramentas	80
Fevereiro	910810004 MHA	Fazer limpeza na ferramenta	Mecânica	60
Fevereiro	910810004 MHA	Reparar cilindro hidraulico. Substituir 1x92082000016	Mecânica	105
Fevereiro	910810004 MHA	Temp. elevada	Hidráulica	200
Março	910810004 MHA	sub. Cilindro rotativo 9208200016	Mecânica	80
Março	910810004 MHA	substituir sensor	Electrica	40
Março	910810004 MHA	Temp. elevada	Hidráulica	45
Abril	910810004 MHA	Peça de abocardar tubo 1645248 partida	Ferramentas	120
Abril	910810004 MHA	sub. Cilindro rotativo 9208200016	Pneumática	60
Abril	910810004 MHA	sub. Cilindro rotativo 9208200016	Pneumática	120
Abril	910810004 MHA	Temp. elevada	Hidráulica	180
Abril	910810004 MHA	Peça de abocardar tubo 1645248 partida	Ferramentas	60
Abril	910810004 MHA	Afinar cilindro	Mecânica	40
Abril	910810004 MHA	Peça de abocardar tubo 1645248 partida	Mecânica	60
Abril	910810004 MHA	Peça de abocardar tubo 1645248 partida	Ferramentas	70
Abril	910810004 MHA	Peça de abocardar tubo 1645248 partida	Ferramentas	120

ANEXO E - PDCA

Tabela 17 Plano de ações projetos JFC e XFA

			RESUMO PLANO DE ACÇÕES				Piloto: JA Sector : Auto Data:	Página : 1/1	
Data criação : 12-04-17			Revisão: - Semanal						
Assunto: MOD Automóvel									
Nº		PROBLEMA	CAUSA(S)	ACÇÕES	Resp.	Prazo	Executado (data)	Status	
SEMANA 15/2017									
1	247X	Retrabalhos a quase 70% +1 MOD	Varição da posição da costura soldadura	Deteção mecânica ou deteção magnética	R.G	30/04/2017		Telefonar à Roland 10/05	
2			Características mecânicas de lote para lote	Fazer seguimento e ver relação entre lote de MP e retrabalhos	M.B.M	31/05/2017			
3			Aquecimento óleo hidráulico acima dos 40º	Pedir e receber orçamento a empresa hidraulica implementacao refrigeração	F.R	S16	20/04/2017	Orçamento recebido. 524€ +M.O Draulimac. Terá de ser discutido com Manolo	
4				Implementar sistema de arrefecimento	F.R			Após discussão com Manolo. Em monitorização	
5			Setups de montagem demasiado longo	Colocar pórtico	F.R	31/05/2017			
6				Implementar pinças especificas de engate rápido	R.G	30/04/2017			
7				Identificação tubos por código cores e numeros	F.R	S20			
8			Setups de 1ª peça ok demasiado complexo	Formação Manolo com equipas que trabalham nas lhardun	R.G	27/04/2017	27/abr		
9	248X	Controlo fissuras, gola e embalagem em MQ +1 MOD	Problemas com ferramenta a necessitarem de análise com ferramenteiro	Verificar tempo de ciclo com 1 operador	R.G	S20			
10				Análise com Manolo da ferramenta	R.G	26/04/2017		Proposta inicial não é fazivel. Em análise outra alternativa. Orçamento JALM 1960€.	
11	359X	Retrabalhos +1 MOD	Setup NOK	Ver ações da ref. 247X					
12	360X		Posicionamento costura não é feito	Idem					
13	370X	+ 1 MOD soldadura Retrabalhos	1ª peça ok na lhardun não está a ter em conta a deformação provocada pela soldadura	fazer estudo lhardun vs soldadura	A.P	S20		Tubos medidos. Falta analisar e enviar para soldadura	
14				Implementar gabarit técnico para fazer 1ª peça ok	R.G	31/05/2017			
15				Verificar calcador	R.G	04/05/2017		Resolvido com pingo de solda	
16	209X 544X	1 MOD produção e +2 MQ	Tempo de ciclo disponível insuficiente para 1 único operador (88 peças/hora)	Verificar tempo ciclo com 1 operador	R.G	19-04-2017 21-04-2017		125 peças/hora	
17				Implementar gabarit para validar peça CNC	R.G	31/05/2017			
18				Ver 1ª ação deteção costura					
19			Bastidores de pintura insuficientes para o fluxo (implica haver uma operação extra para carregar os bastidores de pintura)	Estudar fluxos e quantidade necessária de bastidores	P.P	30/04/2017			
20			Muro Qualidade: inspeção clips	Intervenção ferramenta brackets para retirar inspeção de clips	R.G	30/04/2017		Ferramenta enviada para ferramenteiro 19-04-17. Ferramentas recebida e aprovada 05-05	
SEMANA 16/2017									
21	473X	1 MOD MQ	MQ verificação fissuras	Ver 8D com Qualidade					
SEMANA 18/2017									
28	HABO 1	+ 2 MOD por turno: retrabalho e marcação tubo	Corte descentrado	Ajuste centramento P8 e K0 fluidotrónica	R.G	29/04/2017	29/abr	C1 está com problemas	
29				Ajuste centramento e corte K9	R.G	11/05/2017			
30				Enviar para Nogent 30+30 P8: chegar a um compromisso com o Regis para 1ª peça ok	A.P	12/05/2017			
31	247X	Retrabalhos a quase 70% +1 MOD		Estudar sistema de aperto com 1 parafuso	F.R	11/05/2017		Não Ok.	
SEMANA 19/2017									
32	209X 544X	1 MOD produção e +2 MQ	Muro Qualidade: inspeção clips	Rectificação ferramenta colocação clips (clips partidos e mal encaixados)	R.G	11/05/2017		Monitorizar	